

「読解力」向上のための学習プロセスを大切にした理科教育の在り方

—中1, 2年理科の授業を通して—

三好町立北中学校 教諭 小野田 泰志

はじめに

従来からの読解力向上と言えば、「文章を読み取る力」を向上させることを意味していたが、本研究で言う読解力とは、「PISA型読解力」を指す。（これ以降「PISA型の読解力」を「読解力」と表記する）

理科における「読解力」は、文章のような「連続型テキスト」を読むということよりも、実験・観察の結果や図表のような「非連続型テキスト」を幅広く読み、活用することである。この力を向上させたいと考え、研究を進めてきた。また、ここでは、「(テキストを)読む・考える」→「書く」→「説明活動」といった学習プロセスを大切にした活動を行うことが「読解力」の向上につながると考えた。そのため、観察、実験の結果を大切に扱い、丁寧に表現すること（読み取る・表現する力）、友達と検討し合い、考察を深めること（発表する力・考えを深める力）、結論をまとめ、実生活・実社会に生かすこと（生かす力）が大切であると考え、実践を行うことにした。理科における「読解力」向上のために、仮説・検証方法・結果を整理していく中で、相互の情報交換を通して、自分の考えを書いたり、話したりする活動の充実を図る。そして、図やグラフ、モデルなどを介して、言葉を大切にした抽象思考へとつないでいくことができるようにしたい。

また、「読解力」は自ら学習し獲得したものを整理して他に発信する力にもつながる。そのため、「読解力」の育成は、「確かな学力」をもち、「生きる力」を身に付けた生徒の育成にほかならないと考える。

1 研究の目的

「読解力」の向上を目指した、理科の指導をどのように行えばよいかを探る。そのため、「(テキストを)読む・考える」→「書く」→「説明活動」といった学習プロセスを大切にした授業実践を行うとともに、その有効性を検証し、授業改善の一方策とする。

2 研究の方法

(1) 理科における「読解力」のとらえ

理科で育てたい「読解力」を次のように設定した。

- ・ 目的意識や、一定の視点をもって実験・観察（対象テキスト）を細部まで読みとることができる。（読み取る力）
- ・ 観察・実験の結果（対象テキスト）を大切に扱い、グラフ化したり、モデル化したりして表現することができる。（表現する力）
- ・ 自分の考えを分かりやすく発表することができる。（発表する力）
- ・ 友達と検討し合い、考察を深めることができる。（考えを深める力）

・学習成果を実生活に生かすことができる。(生かす力)

本研究においては、実験・観察の対象や実験・観察の結果をまとめたものを理科における対象テキストと考えることとした。生徒が「読み取る」「表現する」「発表する」活動に意欲的に取り組むためには、生徒にとって魅力ある対象テキストと出合わせる必要がある。自分の考えが生まれれば友達とかかわることを通して「考えを深める」こともでき、それを実生活に「生かす」態度もはぐくまれると考える。では、どのような対象テキストと、どのような出合わせ方をすれば生徒は意欲的に取り組むのであろうか。

19年度、3年生を対象として実践を進める中で、生徒が意欲的に活動に取り組んだものが、ペットボトルロケットを飛ばす実験であった。これは、空気入れによりペットボトル内の空気を圧縮し、ペットボトルの中の水を押し出し、その反作用でロケットのように飛ぶという実験である。科学実験を扱うテレビ番組でも紹介されたため、知っている生徒もいたが、多くの生徒にとって空気の力で水の入ったペットボトルが校舎の4階ほどの高さまで勢いよく飛ぶことは驚くべきことであったようだ。また、テレビを見て知っていた生徒についても、自分の手で実際に行わせると、感動を味わうことができたようだった。



＜飛べ、ペットボトル＞

この時、生徒からの「水の量も変えて実験をしてみたい」という意見で、水の量を様々に変えて実験を行い、どんなときが一番飛ぶのかも確かめさせた。今回の実験のような生徒を引き付ける教材を使ったところ、生徒の実験・観察に対する意欲が向上したと思う。また、この事象が起こった理由について、自分なりの仮説を立てる時間を確保し、グループでの話し合いの時間をとったところ、進んで説明をする生徒が普通の授業に比べて多く見られた。

このことから、実物と出合わせることで、自分自身の中で問題となるものに出合わせることができること、さらに自分の考えを確実に書く時間を確保し、その後の話し合いをじっくりと行う必要性を実感した。

(2) 研究の仮説と手立て

20年度の実践についても、対象テキストの選定や、問題解決の学習プロセスは同様に考えていきたい。そして、次のような研究仮説を設定した。

生徒にとって魅力ある対象テキストに出合わせ、「(テキストを) 読む・考える」→「書く(まとめる)」→「説明活動」といった、学習プロセスを大切にされた教育活動を継続的に行えば、中学校理科での「読解力」の向上につながるだろう。

「読む・考える」の段階では、どのような対象テキストとどのような出会いをさせるかに着目していきたい。それにより、漠然とした自分なりの考えが生まれ、それを「書く」ことにより、より確かなまとまった考えとなるであろう。そこで生まれた、自分なりの確かな考えを人に伝えたいという気持ちが芽生え、積極的な話し合いへとつながっていくことが期待される。ただ単に発表することを重視すれば「説明する」ことばかりに気持ちが偏っていくが、様々な考えが生まれる可能性のある対象テ

キストを用意すれば、一人一人違った考え方が生まれ、自分との違いに目を向け、互いに「聞く」姿勢も生まれてくるであろう。

この一連の学習プロセスを大切にした教育活動を繰り返していくことで、友達と磨き合い、高め合った自分の考えを実生活に生かしていこうとする姿勢が育ち、「読解力」の向上につながると考える。

(3) 検証の方法

授業前後のアンケート【①実験・観察が好きか ②ノートにまとめることは好きか ③自分の考えを発表することは好きか ④みんなで話し合い学習をすることは好きか】や個の変容、生徒のノート、発言などから今回の研究の有効性について検証を行いたい。

3 研究の内容

(1) 19年度2年生の実践

2年生の第2分野「生きるために必要なもの」(10時間完了)という単元で実践をした。本単元は、ヒトのからだの生命を維持するはたらきの中から、消化や吸収、血液の循環、排出などについて学習することをねらいとしている。自分の体内で行われていることを学習するため、これまでに得た情報などから漠然とした考えはあるものの、実際に自分の体がどのように動いているのか、実感を伴った理解は難しい。生徒が知っている、分かっていることに揺さぶりをかけ、活動意欲を高めることが可能だと考えた。また、この単元は、実生活に結び付いた実験・観察がしやすいので、自分なりの意見を持ちやすい。そのため、発表の意欲が高くなると考えられるので、できるだけ自分の考えを発表させる授業を展開するように努めた。

そこで、本単元では特に「読解力」を高めるための学習プロセスを重視して行う実験・観察を意識した。実際にでんぷんをだ液だけでなくダイコンや胃腸薬で消化したり、タンパク質を果物の中に含まれる酵素で消化したりした。内臓を観察したり、鶏の心臓を解剖したりするなど、できるだけ実物を使い、体内で行われていることの一部を授業で実験・観察し、その活動を類推させた。実際に行った実験は以下のとおりである。(資料1)

<資料1 2年生実践の単元構想>

	生徒の活動	育てたい「読解力」
消化器官 4時間	ブタの消化器官の観察 a 実物の消化器官を観察をする。 胃, 小腸, 大腸の観察を行う。 b 消化器官についてまとめる。 c 消化器官について発表する。	<ul style="list-style-type: none"> 消化器官の特徴を図と実物を見比べながら読み取る。 観察した結果をノートにまとめることができる。 自分の考えを発表することができる。
消化酵素	消化酵素について 1 デンプン(炭水化物)に対する消化酵素のはたらきを調べる。 a デンプンに対するだ液のはたらきについて。	<ul style="list-style-type: none"> 実験結果から、だ液のはたらきを読み取り、まとめる。

消 化 酵 素 6時間	b デンプンに対する胃腸薬のはたらきについて。	<ul style="list-style-type: none"> ・実験結果から、胃腸薬に含まれる酵素がデンプンを消化したことを読み取り、まとめる。 ・実験結果から、ダイコンの中に酵素が含まれていることを読み取る。
	c デンプンに対するダイコンのはたらきについて。	
	2 ゼラチン（タンパク質）に対する消化酵素のはたらきを調べる。	
	a ゼラチンに対するパイナップルのはたらきについて。	<ul style="list-style-type: none"> ・パイナップルの中にタンパク質を消化する酵素が含まれていることを、実験結果から導き出すことができる。 ・キウイ、メロンなどにタンパク質を分解する酵素が含まれていることを実験結果から読み取ることができる。
	b パイナップル以外の果物がゼラチンを分解するか調べる。	
	3 消化酵素についてまとめ、発表する。	

ア 題材の有効性

- ・本物に触れさせることができる

ヒトの消化器官を理解する上での代替措置ではあるが、動物（本単元ではブタの消化器官）を使うことで、実物に触れる実験を行い、観察に意欲的に取り組めるよう設定した。

また、消化酵素の実験では自分のだ液でデンプンを分解したり、果汁を使ってタンパク質が分解されていく様子を観察したりし、人体で行われている、本来は見えない消化の仕組みを類推させることができる。

- ・自分自身の中で問題となるものに出合わせることができる

知識としては何となく知っている、分かっているという思いを抱いている生徒に対して、自分の知識が不十分なことに気付かせ、追究に対する意欲を喚起することが可能になる。

イ 単元の実際

単元の終末部分に当たる8時間目では、果汁等を使い、タンパク質が分解される様子を実験・観察し、自分の考えをまとめ発表する授業を行った。

<資料2 2年生実践の指導計画>

1 単元名 生きるために必要なもの（10時間完了 本時8/10）

2 本時の学習活動

(1) 本時のねらい

- ・果物の汁を使い、タンパク質の消化をすることで、タンパク質の消化酵素が含まれる果物を特定することができる。
- ・実験結果の予想を行い、積極的に実験にかかわろうとすることができる。
- ・実験結果から、自分の考えをまとめ発表することができる。

(2) 指導過程

段階	学 習 活 動	教師の支援・評価<※評価規準・方法>
----	---------	--------------------

<p>導入 (5)</p>	<p>1 本時の学習内容（タンパク質の消化の実験・観察と考察）を確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・モノクロネガフィルムを使う。 ・ゼラチンを使う ・ミカン，リンゴ，キウイ，パイナップルの汁を使う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・実験の準備物は，前時まで決めさせておく。 ・モノクロネガフィルムについては，教師が準備をする。
<p>展開 (30)</p>	<p>2 本時の課題を知る。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p>果物の汁を使って，タンパク質を消化しよう。</p> </div> <p>3 班の計画に従って，タンパク質を消化する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・パイナップル，メロン，キウイ，リンゴ，ミカンの汁を使って実験をする。 ・経過の観察を行う。 ・20分後どのようになっているか確かめる。 ・結果をワークシートにまとめる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・果物の担当を決めさせ，一人一実験ができるようにする。 ・実験に使える時間（20分）を知らせる。 ・パイナップル，メロン，リンゴの汁を学校で用意をする。生徒が持参した果物でも実験させ，意欲化を図る。 ※実験結果を予想し，見通しをもって実験をすることができたか。 ※実験に積極的に参加することができたか。
<p>まとめ (15)</p>	<p>4 タンパク質を消化する酵素が含まれる果物について話し合う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・タンパク質を分解した果物を発表する。 ・タンパク質を吸収しやすくする料理（食べ合わせ）を考える。 <p>5 本時の感想を書く。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・なぜ，その果物に特定したか実験結果を発表する。 ・具体的な料理が出てこないときは，酢豚の中にパイナップルを入れる意味や，メロンと生ハムと一緒に食べる意味を考えさせたい。 ※実験の結果から考察したことを発表し，話し合うことができたか。

(3) 評価

- ・自分が担当した実験を的確に行い，結果を正確に記録することができたか。
(実験，ワークシート)
- ・タンパク質を分解する果物を特定し，自分の考えとしてまとめ発表することができたか。
(実験，ワークシート，話し合い)

ウ 生徒の様子

実物を使ったり、具体物に触れながら操作を行わせたりしたため意欲的に取り組む生徒の姿が多く見られた。

デンプンのだ液による消化に関する授業の次に行ったため、本時ではタンパク質として用意したカメラのフィルムや卵白の実験を自分の体の中で起こっている消化の働きとして考え、観察させることができた。

同一の実験を行うグループごとに実験を行わせため、自分なりの考えをもちやすく、なかなか理解ができない生徒にとっても、みんなと話し合いながら、考えをまとめることができてきた。さらに、グループごとに異なる視点で実験を行っていたので、発表時にも意見が出やすいと考えた。

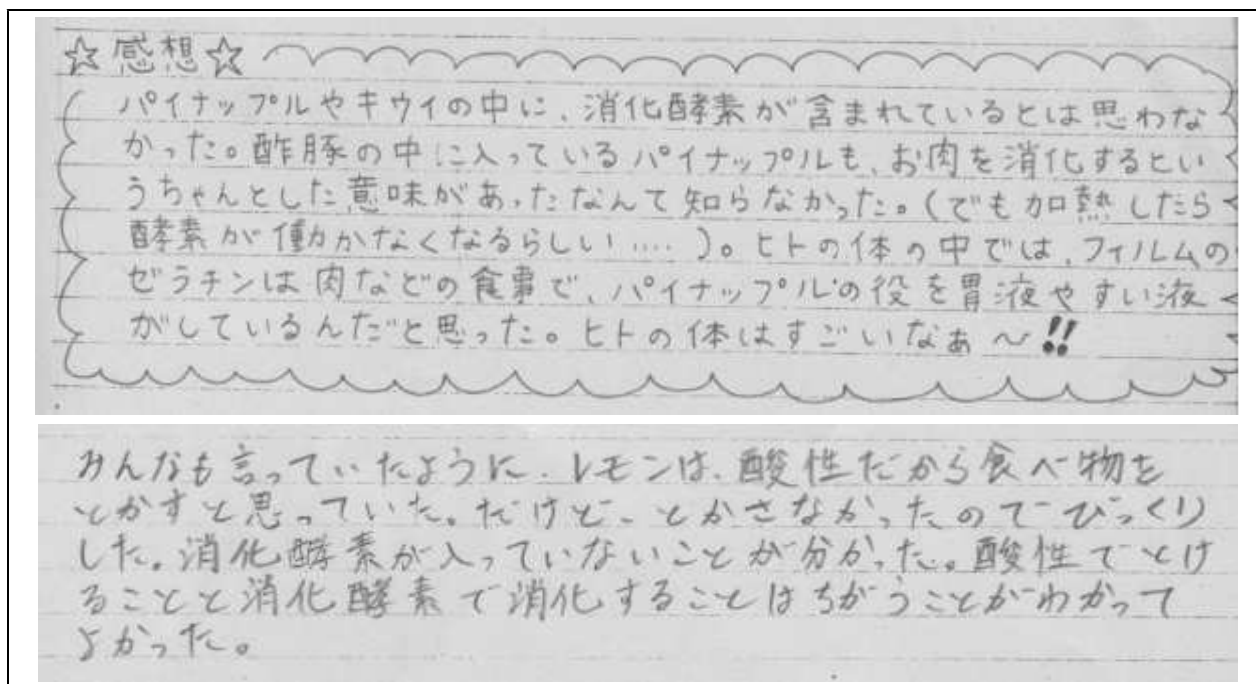
また、本時のまとめの部分でタンパク質を吸収しやすい食べ合わせについても触れることで、実生活との結び付きという視点を与えることができた。(資料2)

授業後の生徒の感想には以下のようなものがあった。(資料3)



<果物を使った消化>

<資料3 授業後の生徒の感想より>



エ 実践の成果と課題

本単元の実践では、生徒が自分なりの考えをもつところまでは進められた。11月の実践であり、観察記録の取り方や感想の書き方の指導も進めてきたこともあるが、実験・観察でもブタの消化器官を精密にスケッチする者や、ヒトの体の解剖図と見比べながら観察する者が見られた。また、卵の黄身やフィルムが溶けていく様子を丹念に観察し、記録にまとめる姿も見られた。実物に近い実験を行ったことにより、「読解力」の中の「読み取る力」「表現する力」を育成できたものと考えられる。また、結果を実生活に「生かす力」についても、自分の体の中の消化の働きを想起させながら実験を行ったり、食べ合わせに触れたりしたことでその視点を与えることはできたと思われる。

しかし、問題点も見えてきた。互いの考えを発表し合い、聞き合うための十分な時間を確保することができなかったことや、タンパク質を消化する果物探しになってしまい、他の生徒と異なる多様な考えがあまり生まれなかったため、「発表する力」や「考えを深める力」については、育成できたとは言い難かった。話し合いがうまくいくようにするため、話し合いの場の設定をし、自分と友達との考えの違いに目を向けさせ、発表による発信やそれに対する批判や矛盾点の指摘を聞く受信を繰り返すことができるようにしなければならないと感じた。

(2) 20年度1年生の実践

ア 対象となる生徒の実態

20年度研究の対象とした生徒は1年生徒36名である。生徒の理科に対する意欲面から実態把握を行うため、5月20日に事前アンケートを実施した。アンケート項目は「実験・観察は好きか」「ノートにまとめることは好きか」「自分の考えを発表することは好きか」「みんなで話し合い学習をすることは好きか」の4項目である。その結果、以下のような状況が見えてきた。(資料4)

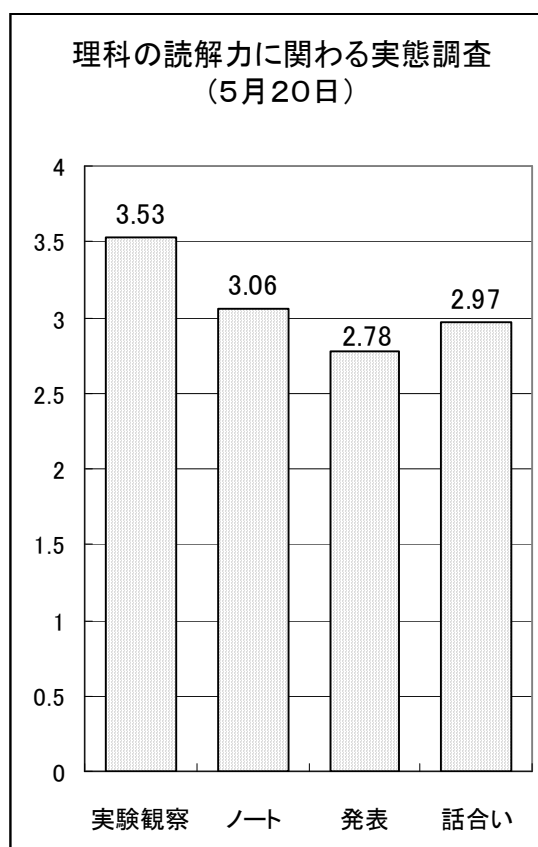
<資料4 理科の「読解力」に関わる実態調査>

< 5 / 20 実施 >	4 好き	3 どちらかという と好き	2 どちらかという と嫌い	1 嫌い	平均点
実験・観察	23(人)	10	2	1	3.53
ノートにまとめること	15	11	7	3	3.06
自分の考えの発表	10	12	10	4	2.78
みんなで話し合い学習をすること	11	16	6	3	2.97

アンケートから見る生徒の実態について、理科に対する興味関心が比較的高いことがうかがえる。特に、実験観察に対する興味は他の項目と比べて高い。ただ、その結果をノートにまとめる活動に対しては、意欲が低くなる。また、自分の考えをもち、話し合う活動に対する興味は大きく下がっていることが分かる。

このことから、実験・観察を行うこと自体が目的になっており、探究のための手段になっていない。言い換えれば、実験・観察を行うことには興味を示し、そこから様々な気付きは生まれるが、自分なりの考えは生まれていないことが予想される。

実験・観察を通して、「読む・考える」活動が生まれてくるような対象テキストの必要性が改めて浮き彫りになった。また、考えを発表したり、話し合ったりすることについても興味の度合いは低いことから、時間をかけ、話し合いのルールづくりを行いつつ、生徒が自ら追究に取り組めるような対象テキストを提示していく必要性が感じられた。



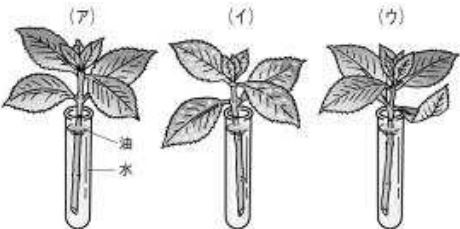
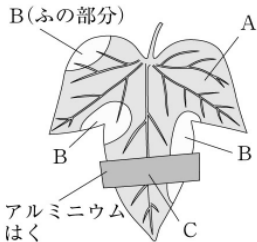
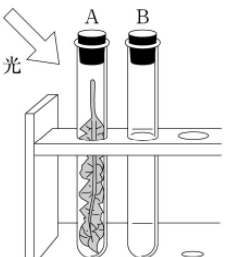
イ 単元構想

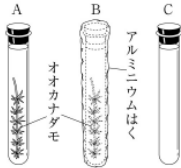
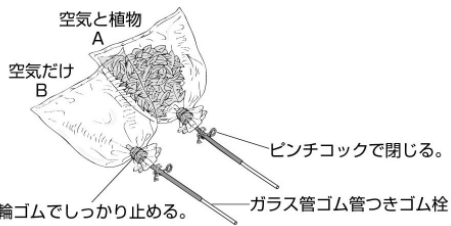
1年生第2分野の「植物の生活と種類」で実践を行った。この分野は、小学校での既習事項との結び付きも強く、小学校で行ってきた植物の栽培活動とも結び付くため、生徒の関心が高い。一方、花や茎、根などのおおまかな仕組みについては理解しているものの、水や養分を吸い上げる仕組みなど、細部については知識も乏しく、追究意欲をかき立てやすい分野だと考えられる。また、対照実験も行いやすく、既存の知識を基に、様々な考えが生まれ、一人一人の違いが明確になりやすいことが予想された。

<資料5 1年生実践の単元構想>

○植物が生きていくための仕組み

(18時間完了)

	生徒の活動	育てたい「読解力」
水の通り道 2時間	<p>気孔・蒸散</p> <ul style="list-style-type: none"> ・葉の表と裏で、蒸散量の違いを調べ  <p>そのまま水にさす。 葉の表にワセリンをぬる。 葉の裏にワセリンをぬる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・実験結果の図を見て、葉の表裏の気孔の数の違いを読み取る。
植物はどのようなように養分を作っているか	<p>光合成1 <コリウス></p> <ul style="list-style-type: none"> ・光合成に必要なもの  <p>アルミニウムはく</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・実験結果から光合成に必要なものを読み取る。 日光、葉緑体のある場所 ・実験結果から自分の考えをもち、ノートに表現することができる。 ・話し合いにより、自分の考えを修正することができる。
	<p>光合成2 <アジサイ></p> <ul style="list-style-type: none"> ・光合成の気体の出入り ・CO₂が使われることを確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・石灰水の結果を見て、何が言えるのか読み取る。

9時間	<p>光合成 3 <オオカナダモ></p> <ul style="list-style-type: none"> ・光合成の気体の出入り ・二酸化炭素が使われることを確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・BTB液の結果から、何が言えるかを読み取る。 ・光合成についてまとめ、発表をする。
植物の呼吸 1時間	<p>植物の呼吸</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・実験結果から、夜（日光が当たらないとき）に、植物は二酸化炭素を出すことを読み取る。
光合成・呼吸のまとめ 3時間	<p><これまでの結果から></p> <ul style="list-style-type: none"> ・呼吸は1日中している。 ・光合成は、日光が当たっているときだけ。 ・「なぜ二酸化炭素量が増えて、酸素量は減らないか」考える。 	<ul style="list-style-type: none"> ・これまでの資料から考える。 ・資料を調べて説明する。 ・画用紙などを使い、分かりやすく発表する。
植物の分類 3時間	<ul style="list-style-type: none"> ・植物の分類をする。 ・植物の写真又は絵 	<ul style="list-style-type: none"> ・ある観点で植物を見て分類する。 ・分類したことを発表する。

○音で見る世界

(6時間完了)

	生徒の活動	育てたい「読解力」
音	・音を伝えるものを調べる。	・音を出している物体が、振動しているこ

の 伝 わ り 方 4時間	<ul style="list-style-type: none"> 音の伝わる速さを調べる。 	<ul style="list-style-type: none"> とに気付く。 音の速さを調べるにはどうしたらよいか話し合う。 音の速さを計算で出す。
音 の 大 き さ 高 さ 2時間	<ul style="list-style-type: none"> 音の大きさや高さを調べる。 音の大きさや高さをまとめる。 	<ul style="list-style-type: none"> 大きな音, 小さな音, 高い音, 低い音を出してみて, それぞれ, どのような特徴があるか調べてまとめる。 まとめたことを発表し話し合う。

本単元における生徒の実験・観察場面と育てたい「読解力」のかかわりについて、資料5で示した。このように、多くの実験・観察場面が設定でき、仮説に示した「(テキストを)読む・考える」→「書く(まとめる)」→「説明活動」の学習プロセスを何度も繰り返すことができる。

この学習プロセスを通して、「読み取る力」、「表現する力」、「発表する力」、「考えを深める力」、実生活に「生かす力」の五つの「読解力」を高めたいと願った。

ウ 生徒の様子

19年度の実践では、発表と話し合いといった自ら発信する場面の設定が不十分だった。20年度は、一つの単元の中でも、意識して発表と話し合いの場面をもったことと、生徒が自ら追究に取り組めるような対象テキストを提示するよう心掛けた。「(テキストを)読む・考える」→「書く(まとめる)」→「説明活動」の学習プロセスを単元の中で繰り返し行ってきた。具体物に触れながら操作を行わせてきたため、意欲的に取り組む生徒の姿が多く見られるようになった。

(7) 植物が生きていくための仕組み

<資料6 1年生実践の指導計画①>

1 単元名 植物が生きていくための仕組み

2 本時の学習活動

(1) 本時のねらい

- 光合成と呼吸についてこれまでの実験や観察したことを話し合いながらまとめることができる。

(2) 指導過程(3時間)

段階	学 習 活 動	教師の支援・評価<※評価規準・方法>
導 入 (10)	1 これまでの結果を確認する。 ・光合成が行われるためには、日光が当たっていることが必要。	

	(実験より) ・暗くなると光合成はせず，呼吸のみになる。(実験より) ・呼吸は一日中行われている。(調べたことより)	・これまでの資料から考えさせる。 ・実験結果や，調べたことを発表させる。
	2 本時の課題を知る。	
	呼吸は一日中行われ，光合成は日光が当たっているときだけなのに，なぜ二酸化炭素が増えて，酸素が減らないのか。	
展 開 I (40)	3 個人の考えをノートに書く。 ・動物のために酸素を出している。 ・呼吸で出す二酸化炭素量よりも，光合成で出す酸素量の方が多い。 4 グループで話し合う。 5 クラスで話し合う。	・予想という形で，ノートに書かせる。 ・自分の考えが変わった場合は，ノートに記入させる。 ・黒板などを使いながら，説明させる。
展 開 II (50)	6 発表するために画用紙に分かりやすくまとめる。	・ある程度話し合いが進んだところで，分かりやすく説明するために画用紙にまとめさせる。 ・補足や確かめの実験をしたい場合は，行ってもよいことを知らせる。 ※分かりやすくまとめることができたか。
展 開 III (40)	7 画用紙にまとめられたものを使い，分かりやすく説明する。	・図を使って説明しながら，話し合う。 ※聞き手に分かりやすく発表することができたか。
ま と め (10)	8 光合成と呼吸についてまとめる。 9 今日の授業の感想を書く。	・できるだけ生徒のかいた図を使って，まとめる。
(3) 評 価		
<ul style="list-style-type: none"> ・光合成と呼吸の関係を自分なりに整理し，まとめることができたか。(発表画用紙より) ・光合成と呼吸に関して発表をすることができたか。(発表より) 		

①「光合成で、気体の出入りはどのようにになっているか」

オオカナダモを試験管に入れ、BTB溶液を弱アルカリ性の青色から、息を吹き込んで黄色にした。しばらく日光の当たるところに置いておくと、緑色から、青色に変わっていった。これがすなわち対象テキストである。右のノートを書いた生徒Aは、初め、二酸化炭素が無くなるため、緑色になると予想していた。ところが、実験をしてみると青色になった。ここで、実験結果を図に「書く（まとめる）」作業を行った。



＜結果はどうなるかな＞

次に、自分がまとめたものを対象テキストとして、「説明活動」ができるように、BTB溶液が青色に変わった理由を考えた。

「説明活動」の段階になると、酸素が増えたため、青色になったと説明する生徒が出てきた。それに対しては、BTB溶液の性質と

酸素の性質から、酸素では青色にはならないことが意見として出てきた。実際に、BTB溶液に酸素と二酸化炭素を入れてみて、酸素はBTB溶液の色にかかわっていないことを確認することができた。

その結果、二酸化炭素がなくなったから青色になったという結論に達することができた。そして、生徒Aも二酸化炭素がなくなったからとまとめることができた。また、この生徒は感想の中で、「人間一人が生活していくだけの酸素をつくるには、どれだけ植物が必要なのか」といった、新たな疑問を書いてきた。このような実生活にかかわる疑問もつことができた。学習成果が「生かす」ことにつながってきたと考える。(資料7)

②「呼吸は一日中行われ、光合成は日光が当たっているときだけなのに、なぜ二酸化炭素が増えて、酸素が減らないのか」

生徒Bは、人間や動物が生きていくために酸素を植物が作ってくれているとノートに書いていた。

グループの話合いでも、自然の原理で、植物は、酸素をたくさん作るようになっていて、そうでないと人も死ぬと発言していた。

クラス全体で発表することになってもこの考えは変わらず、みんなの前で発表した。生徒Cは小学校での既習事項の動物の呼吸について想起したことを基に、「二酸化炭素も増えるけれど、他の動物と同じように窒素が一番たくさん出入りしているに違いない」という考えを発表した。これまでの授業では、同じ発問をすればすぐに、呼吸より光合成の方が多からだという発言があり、それ以上の発展はみられなかった。しかし、今回は、「(テキストを)読む・考える」→「書く(まとめる)」→「説明活動」の学習プロ

＜資料7 オオカナダモの光合成で使われるもの＞

実験 光合成で使われるもの

B	A	結果	B	A
対照	実験	光合成		

息を吹きこんで黄色にしたBTB液

豆知識 息を吹きこんで二酸化炭素が水とよけ炭酸になる 炭酸は酸性

予想 Aが緑色になると思う

Aはカナダモが光合成するので炭酸がなくなり緑色になると思う。なぜなら炭酸がアルカリ性とは限らなへんから、Bは変化なし

＜結果＞ Aは青くなり、Bは変化なし

＜考察＞ Aはカナダモが光合成をするので、炭酸がなくなってしまう。二酸化炭素がなくなったから炭酸が酸性なのでAは酸性ではなくなってしまう。ということは、息を吹きかけて作った黄色のBTB液が元の青色にもどってしまうので、Aは青くなる。Bは何も入っていないので、前と変化なし

＜感想＞ 数日間のあいだ、ほんの少しのカナダモを炭酸に入れたいだけなのに、その炭酸を光合成して酸素に変えるなんてすごいと思った。あれだけのカナダモで、どれだけの酸素を1日に作るのかで思っている疑問に思った。また、人間一人が生活して必要な酸素を作るには、どれだけの植物が必要なのか疑問に思った。



＜植物から酸素が出るわけ＞

ばすぐに、呼吸より光合成の方が多からだという発言があり、それ以上の発展はみられなかった。しかし、今回は、「(テキストを)読む・考える」→「書く(まとめる)」→「説明活動」の学習プロ

セスを単元の中で数多く実践してきた。自分の考えをまとめ、説明するということに慣れてきた結果、黒板に自分の考えを書きながら説明する生徒が増えた。

また、説明に対する質問や付け加えをする生徒も多くなり、「説明活動」が深まってきたと考えられる。この話合いの結論は、植物は、日光が十分に当たっているときは、光合成を呼吸より多くするところにおさまったが、積極的に発表する生徒が多く、活発な話合いになった。(資料8)

③「植物の営みについて、様々なモデルであらわそう」

同じ、光合成を表すのでも、いろいろなモデルを使って表し発表することにした。発表をするに際し、補充の実験を行いたい生徒Cをはじめ7名の生徒が、放課後の時間を使い、次のような実験を行った。

- ・気体検知管を使った呼吸の実験
- ・ペットボトルの中で光合成をさせ、気体を線香で調べる実験

授業後、発表のレポートのために理科室で実験を行った。これらの生徒は、自ら実験を行い、結果を読み取り、まとめることができていた。生徒Cは検知管を使った呼吸の実験を行っていた。

そして、光合成をソーラーカーになぞらえて画用紙に分かりやすくまとめをかいていた。(資料9)

二酸化炭素と水を原料に、日光をエネルギー源にしてデンプンをつくり、車が走る。排気ガスは酸素というモデルを作った。発表は分かりやすく行うことができた。既習の事項を、車をモデルにして説明したため、「車が走るとは植物でいうとどういうことか」「夜の呼吸だけの時は車はどうなるのか」といった質問が多く出た。しかし、一つ一つ意味を考えるきっかけとしては、十分なものになった。

(イ) 音でみる世界

<資料10 1年生実践の指導計画②>

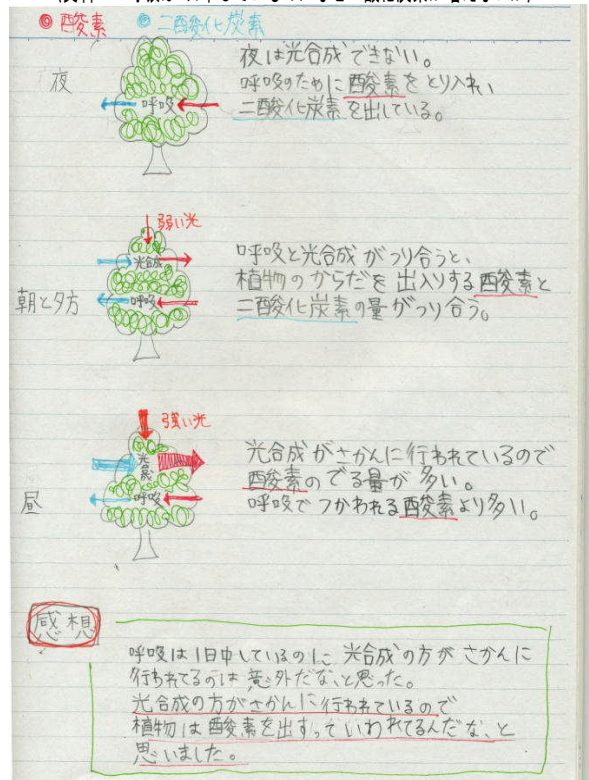
- 1 単元名 音でみる世界
- 2 本時の学習活動

(1) 本時のねらい

音の伝わり方についての実験を通して、音の伝わり方を体感し、音の伝わり方や音のおよその速さを調べることができる。

(2) 指導過程

<資料8 呼吸は1日中しているのになぜ二酸化炭素が増えないか>



<資料9 光合成をソーラーカーにたとえらると>



段階	学 習 活 動	教師の支援・評価＜*評価規準・方法等＞
(5)	1 光と音はどちらが速いか考える。 ・光の方が速い。花火を見たとき、光ってしばらくして音が聞こえた。 2 前時で行った音の伝わり方を思い出す。 ・振動が伝わって音が聞こえた。	・例を挙げたり，理由を付けたりして，考えの根拠を明確にする習慣を付けさせたい。 ・前時で行った実験を想起させる。
	3 本時の課題を知る。	
	音がどのように伝わるか調べよう。	
(35)	4 音の伝わり方を調べる方法を考える。 ・遠くで花火を打ち上げて，それを見る。 ・1列に並んで，スターターピストルの音を聞き，合図を出す。	・より具体的な実験方法について考えさせる。(人数や場所など) ・100mの距離を使って実験をすることを知らせる。 ・計算によって音の速さを出すことができることを伝え，計算の仕方を考えさせる。
	5 音の速さを体感する実験をする。 (運動場) ・三つのグループに分かれて，実験を行う。 ・一つのグループが1列ずつ2列に並び，それぞれ，音に反応し，残り一つのグループは計測と見学をする。 ・音の広がりを見るために赤旗と白旗の2本のラインで実験する。 ・計測グループは，ストップウォッチを持ち，スターターピストルの煙が見えてから，最後に並んだ子が合図を出すまでのタイムを計測する。	・バックネットからテニスコートへ並ぶ。10m間隔で10人（あらかじめ印を付けておく） ・スターターピストルを打つ人から最後に合図を送る人までを100mとする。 ・手を挙げて後ろを向けさせ，音が聞こえたらすぐに降ろさせる。 ・一番最後の子には，目立つように旗を持たせる。 ・計測のグループには，スターターピストルの煙が見えたらすぐにストップウォッチを押すことを確認する。 ・見学のグループには，どのような動きになるか全体を見させるようにする。 *音の速さを体感できたか。(観察中の感想より)

		*実験に積極的に参加することができたか。(態度)
まとめ(10)	6 分かったことをノートにまとめ、発表する。(教室) ・音の実験では、順番に音が伝わっていった。 ・音は、空気の振動が波のように順番に伝わっていった。 ・音速は毎秒300mぐらいになった。	・音の速さの計測は、正確にはいかないと思われるので、およその値が出たところでよしとする。 ・実際の音速を伝え、時間があれば、誤差が生じる原因についても考えさせたい。 *音はどのように伝わったか考察をすることができたか。(発言, ノート) *音のおよその速さを導き出すことができたか。(発言, ノート)
(3) 評価		
・音の速さを体感する実験を通して、音はどのように伝わるか文章や図で表現し発表することができたか。(発言, ノート) ・音のおよその速さを実験結果から計算により求めることができたか。(発言, ノート)		

「音の速さを調べよう」(資料10)

音の速さを調べるにはどうしたらよいかという発問をすると、次の六つの考えが出た。

- ・糸電話で声を出したらストップウォッチを押し、声が聞こえたら手を挙げてもらう。
- ・500mぐらい先の人が花火をあげる。光ってから音が聞こえるまでの時間を計る。
- ・山びこ・・・声を出してから返ってくるまでの時間を計る。
- ・旗を持って並んで、音が聞こえたら旗を挙げていく。音が鳴ってから最後の人が旗を挙げるまでの時間を計る。
- ・壁に向かって声を出し、音が反射してくるまでの時間を計る。
- ・遠くでキャッチボールをしている様子を見て、ボールを取った時にストップウォッチを押して音が聞こえるまでの時間を計る。

これらの中から、実験ができそうなものを選び、行うことにした。

<音が聞こえたら旗を降ろしていく実験>

スターターピストルの音が聞こえたら、旗を降ろしていくことで、音の伝わり方、速度を測る実験を行うことにした。音の広がりを見るために、赤旗と白旗を角度をつけて、2本のラインで音の進み具合を見ることにした。

今回の対象テキストを、実験とそのビデオとした。(ただし、赤旗と白旗を映したものは、小さすぎて分かりにくいため赤旗の映像のみを生徒に見せた)

音速の計算をした後、音の伝わり方について話し合った。

<資料11 授業記録 第4時>

T : 音は、どのように伝わったでしょうか。
 S1 : 前から順番にダダダと旗が降りていった。
 S2 : ドミノのようにね。
 S3 : ほぼ同じだと思った。音はすごく速いと思う。
 S4 : でも、前の方が速く降ろしていた。
 S5 : 前から順番に旗が降りていったから、音がピストルから順番に伝わっていったと思う。



<音の伝わり方をビデオで見よう>

T : 赤旗と白旗を同時に見ていた人、比べたらどうでしたか。
 S6 : 白旗の方が早く全員が降ろした。
 S7 : でも白って、7人しかいなかったよね。白は70mしかなかったよ。
 S2 : 白は70mで、赤が100mあったから白が早く降りたんじゃない？
 S1 : 白が終わってから、赤が3人ぐらい降ろせばいいんだ。



<はい。説明します>

S8 : わたしは、赤と白がだいたい同じように旗を降ろしていくのを見ました。だから、同じように音が伝わっていったと思います。
 S3 : ピストルの音が全体に響いていたから音は周りに広がっているんだと思う。
 S9 : 音は、水の波紋のように伝わっていったんだと思う。
 S2 : 波紋って何ですか？
 S9 : 波紋は、雨が水たまりに当たったときのような…(手で円をつくり説明する)
 S6 : ぼくが書いてあげる。(黒板に書く)

<黒板に書いて説明するよ>



<授業後のノート>

音の伝わり方
音源を中心として、波のようにはたいて伝わる

→感想へ

- 音が、このように伝わるのを知り、考えをしようとした。
- 音は、思ったより速い。
- 速い音は速く、遅い音は遅く。

授業の計算

音速	50 = 0.34
50m	100 ÷ 0.34 = 294
0.34秒	A 約 294 m/s

音の伝わる速さ 50 × 2 = 100に割り、100 ÷ 0.34 = 294

以上のような方法で、音の伝わり方について考えた。実験のビデオ（対象テキスト）を見て、まず一人で考えノートに考えを書いた。次に生徒同士で話し合った。それぞれの意見を発表しながら説明活動を行うことで、考えが深められるようになってきた。このような授業の積み重ねが、生徒たちの「読解力」を向上させていくものと考えられる。

4 研究の考察

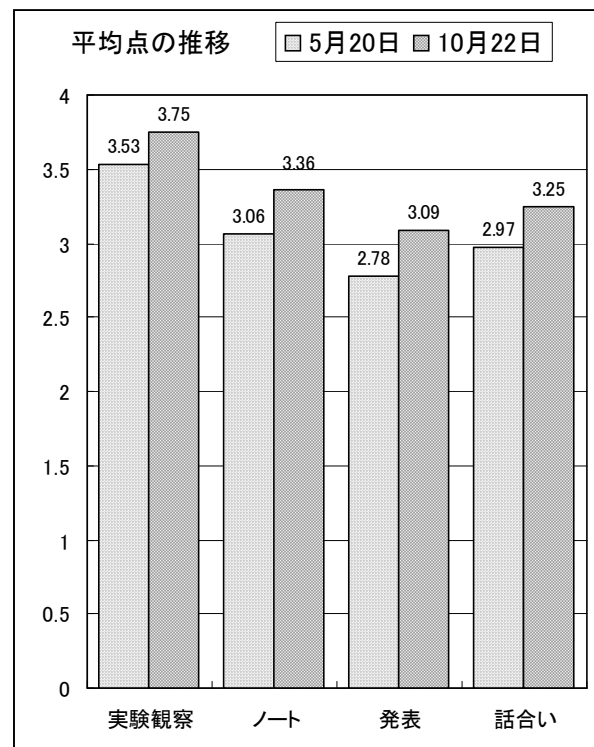
(1) 前回アンケート結果からの推移による分析

<理科の「読解力」に関わる実態調査>

<10/22 実施>	4 好き	3 どちらかと いうと好き	2 どちらかと いうと嫌い	1 嫌い	平均点
実験・観察	28(人)	7	1	0	3.75
ノートにまとめること	21	9	4	2	3.36
自分の考えの発表	15	12	6	3	3.08
みんなで話し合い学習をすること	17	11	8	0	3.25

<授業実践前後の平均点の推移>

	5/20	10/22	変化
実験・観察	3.53	3.75	+0.22
ノートのまとめ	3.06	3.36	+0.22
考えの発表	2.78	3.09	+0.19
話し合い	2.97	3.25	+0.19



生徒自身の意識調査の結果から分析すると、「実験・観察」「ノートのまとめ」「考えの発表」については、3、4の段階の生徒が増加し、2の段階の生徒が減少している。したがって、「読解力」を高めるための学習プロセスを大切に授業を行うことで、上位、中位の生徒は興味をもち、授業に参加することができたと考える。「話し合い」については、1の段階の生徒も興味を示し、他の生徒の発表から、積極的に吸収することができたとと言える。しかし、「実験・観察」「ノートのまとめ」「考えの発表」では、1の段階の生徒は、あまり変わっていない。今後は、それらの生徒にも「自分の考えをノートに書いてよかった」「発表してよかった」という気持ちをもたせるようにしていきたいと考える。

(2) 単元終了後の記述式アンケートからの分析

単元終了後に、記述式でのアンケートを併せて行った。以下がその結果である。

- ① 自分の考えをみんなに知らせるとき、どのような形で発表するのが好きか。(複数回答あり)

画用紙・模造紙など紙に書く (11) 黒板 (6) コンピュータ (5) 発言 (5)
紙に書くのは苦手だけど、見せながら口で説明するのは好き (1)

② ノートに自分の考えを書くことをどう思うか。

<肯定的意見>

- ・発言できなくても自分の考えがいっぱい書けるからよいと思う。
- ・理科では、次の実験に続き、自分の考えを確かめられるからよいと思う。
- ・後で、そのとき自分がどう考えていたかが分かるからよいと思う。
- ・先生に自分の考えを知ってもらえるし、勉強になるからよい。
- ・暗記するのによいと思う。
- ・授業の真剣さにつながる。
- ・少しめんどくさいけど、まとめるのが好きだし、楽しいからよいと思う。

<否定的意見>

- ・あまり書きたくない。
- ・めんどくさい、ほどほどにしてほしい。

③ 自分の考えをみんなに伝えるということはどう思うか。

<肯定的意見>

- ・みんなに考えを知ってもらえるし、よいことだと思います。
- ・自分がどう考えているか、友達に分かってもらえる。
- ・みんなといろいろな意見交換ができて楽しい。
- ・自分の考えで、授業が動いたら面白い。
- ・みんなの意見が聞けるからよい。
- ・いろいろな考えが出るからよい。
- ・自分の考えがあっていると気分がよい。
- ・自分の考えが、よいのか、だめなのかがみんなの意見からはっきりと分かるからよい。
- ・恥ずかしいけれど、自分の思ったことが伝えられるからよい。

<否定的意見>

- ・よいことだとは思いますが、恥ずかしい。
- ・苦手。
- ・発表して自分の考えが間違っていたらいやだ。

質問①に対しては、画用紙や模造紙などにグラフや図を書いてまとめることを好む生徒が多い。観察実験の結果を大切に扱い、グラフ化したり、モデル化したりして表現すること、「表現する力」の伸長が図られた成果だといえる。

質問②に対しては、書くことを通して自分の考えをまとめようとしている姿がうかがえる。また、実験・観察による自己の考えを確認する流れもつくってきたため、書くことが次のステップにつながっていることが読み取れる。

質問③に対しては、話し合いに対する苦手意識が減ってきていることがうかがえる。多くの生徒が説明し、それに対する友達の考えを聞き、自分の考えを深めていこうとしていることが分かる。生徒の意見からも、今回実践した学習プロセスが、「読解力」を向上させるのに有効だったと考えられる。

5 研究のまとめと今後の課題

研究1年目（19年度）の2年生の実践では、一つの単元「生きるために必要なもの」で検証を行った。提示した対象テキストが果物などの身近な食物であったことや、ブタの消化器官などの実物に触れさせたことがきっかけとなり、生徒に熱心に実験・観察を行うことができた。また、それらの実験・観察中の支援により、自己の体内で起こる消化運動を類推させることができたため、自分の問題ととらえさせ、意欲的に追究させることができた。

ただ、研究1年目の反省として、「説明活動」の指導が不十分であったことが感じられた。生徒は「(テキストを)読む・考える」→「書く(まとめる)」の流れの中で個々に問題意識をもち、追究を行い自分なりの考えをもったが、その考えを発表する「説明活動」が十分に進められなかったため、生徒同士のかかわり合いを通して、考えを深める段階まで高めることができなかった。そのため、生徒が「説明活動」を行うための時間を確保するとともに、多様な考えが生まれる実験・観察を設定する必要があると感じた。

1年目の反省をふまえ、2年目（20年度）には生徒に出合わせる対象テキストの吟味を行った。対象自体は生徒にとって身近であるが、未知の部分が多くあり、問題意識をもちやすいものということを重視した。小学校での学習事項とのつながりが強い、第2分野の植物についての単元で生徒が追究に打ち込むことは想定していた。そして、中学1年生にとって「理科嫌い」につながりやすい第1分野の音についての単元でも、実験・観察の方法に工夫を加え、対象とどのように出合わせるかを考えることにより意欲的な追究を生み出すことができた。



〈どれだけの水で音階になるのかな〉

また、「(テキストを)読む・考える」→「書く(まとめる)」→「説明活動」の学習プロセスを大切にした単元・授業展開を何度も続けるよう努めた。1年目に「説明活動」が十分にできなかったことの一因に、話し合い活動の経験の乏しさもあったように感じたためである。本稿では、二つの単元での実践を紹介したが、実際には生徒は様々な単元で自分の考えを出し、友達の考えに触れ、話し合いを通して考えを深めてきた。また、そこから、自分の生活にも考えを及ばせ、結果を実生活に生かそうとする態度も見ることができた。

これらのことから、仮説に示したように、生徒にとって問題となるもの（対象テキスト）に出合わせ、学習プロセスを大切に活動を行うことで、これまで生徒が苦手としてきた「表現する力」、「発表する力」、「考えを深める力」が付くと考える。特に、学習プロセスについては継続し、何度も経験させることで「読解力」が高まっていると考えられる。

ただ、実生活に「生かす力」の育成については、十分といえないところもあった。調べ学習や生徒同士のかかわり合いから、実生活とのつながりを見付け、考察や授業の感想に書く生徒もいたが、それほど多くはなかった。今後は、実生活に「生かす力」につなげる手だてについて研究を深め、多くの生徒が実生活の中で生かせる「理科」について考えていきたい。

おわりに

授業後の生徒の感想には、以下のような言葉があった。

＜自分の考えをまとめることについて＞

- ・自分の考えをノートに書いておくと、話し合いの時に自分の意見が言いやすくなるし、きれいにノートが書けると、自分でもとてもうれしくなる。
- ・自分の意見をノートに書いて人の意見を聞くと、自分と比べて人の意見はどうか聞ける。また、実験の結果と自分の予想が違っててもそこが直せるからよいと思う。

＜話し合いながら考えを深めることについて＞

- ・自分の意見を言うことで、皆の意見なども知れるところがよかった。
- ・自分の考えていることだけでなく皆の意見も知ることができるので、すごくよいと思う。
- ・みんなで楽しく学ぶことができるから、よかったと思う。

それぞれの言葉に「読解力」の育ちを感じている。また、4月には授業後の感想も十分に書けず、7月の授業アンケートに「(ノートに自分の考えを書くのは) めんどくさい。ほどほどにしてほしい」と書いた生徒が、10月に「自分の考えがすぐ浮かぶようになった」と感想で書いていた。短い言葉だが、ここからも「読解力」が育ってきていることを感じ、うれしく思った。

特別な授業をしたから「読解力」が生まれるものではない。普段の授業から「(テキストを) 読む・考える」→「書く(まとめる)」→「説明活動」の学習プロセスを何度も繰り返し行うことこそが「読解力」の向上につながることを、本研究を通して強く実感した。そして、今後もこの学習プロセスを大切に授業を行い、生徒の「読解力」向上につなげたいと考えている。



＜気孔は葉の裏に多いことが分かったぞ＞