

理科学習における指導法及び評価法に関する研究

－中学校理科光単元を中心として－

杉本良一*・福田 和宏**

A Study of Improvements in Teaching Methods and Evaluation
Methods in Lower Secondary School Science Education
- Focused on the Light Conception in Lower Secondary Level-

SUGIMOTO Ryoichi, FUKUTA Kazuhiro

キーワード：理科学習，指導法，評価法，光単元

Keyword: science learning, teaching method, evaluation method, light concept

1 はじめに

平成16年度，文部科学省は全国の公立の小・中学校，及び高等学校全日制普通科の小学校5年生から高等学校3年生までの児童生徒を対象として，「科学への学習意欲に関する実態調査」を実施した。¹⁾

この実態調査より，「好きである。」の回答が小学校5年生で約60%で，小学校6年生，中学校1年生，2年生と学年が上がるにつれて「好きである」の回答が減少している。しかし，中学校3年生でその割合は上がり，60%近い数字に戻る結果が得られている。また，高等学校では3年間を通じて，「好きである」の回答は50%を下回っている。

この回答結果をもとに考察すると，学習内容の理解度が大きく関係しているのではないかと思われる。小学校高学年から中学校にかけて，児童生徒にとっては学習内容もだんだんと難しくなり，また，実生活との結びつきも乏しくなっていることが考えられる。一般的な「理科離れ」という言葉とも結びついていくと推察される。また，中学校3年生では，高等学校受験を前にして中学校1，2年時以上に精力的に学習に取り組むことにより，学習内容に対する理解度がアップし，「勉強が分かる」という思いが理科好きにつながったと考えられる。高等学校では，中学校までの学習内容に比べ，飛躍的に内容も難しくなり，専門性も高まるため，「好きである」の回答が減少したことが考えられる。

「理科の学習は面白いか」という質問に対する回答結果では平成16年度に文部科学省実施の「科

*鳥取大学地域学部地域教育学科

**鳥取市立青谷中学校

学への学習意欲に関する実態調査」より学習が、「好きか」と「面白いか」とでは、回答する側の受け止め方は、多少ニュアンスが異なるとは思われるが、同様の結果が出ている³⁾。「面白い」の回答が、小学校5年生から落ち込み、中学校3年生で跳ね上がる傾向は、変わっていない。⁴⁾

「理科が好きである」の回答は、どの学年とも60%以上の結果が得られており、児童・生徒は、理科の学習の中でも実験・観察が好きであることが顕著である。つまりこの結果から、児童・生徒の理科の学習に対する受けとめ方は、理科室や屋外などを中心として行う実験・観察を伴った学習)と教室で行う学習とでは違っており、好嫌度の結果に違いが生じたことが明らかである。「理科の実験や観察が好きである」ことと「理科の学習が好きである」ことは大きな関連性はあるが、全児童・生徒にとってそのことがイコールとはいえないと考える。図1にこれらの関連性を模式図で示す。

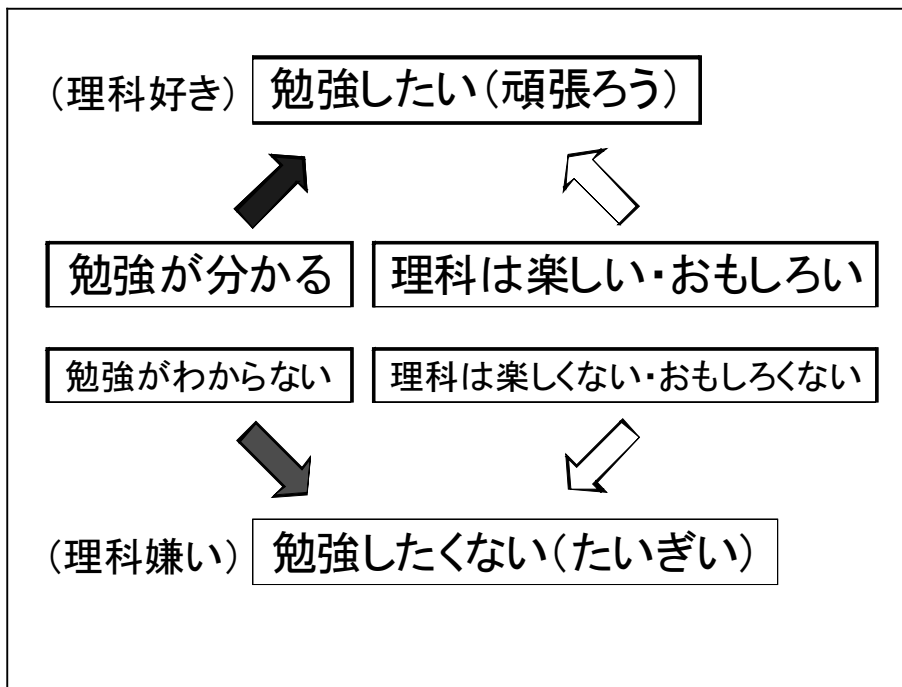


図1 理科好きと理科嫌いとの関連性に関する模式図

そこで、本研究は、「理科の学習そのものが好きである生徒」の育成を目指し、学習がよく分かるという思いが理科好きの生徒育成につながると考え、そのために必要な指導と評価のあり方を改善することを研究の大きなテーマとして進めた。学習単元は、中学校第1学年第1分野の光単元を中心に行った。図1は、理科の学習における生徒の好嫌度とやる気関係をまとめたものである。ここで、気をつけなければならないのが、指導のベースとして、生徒教師相互のよりよい人間関係が大前提となる点である。

学習内容が分かるための条件として、下に挙げる5つのキーワードを設定した。つまり、確かな学力を育むためには、生活の中の様々な取り組みを充実させていくことが大切である。中でも、教師にとって、授業は重要な場面である。また、授業以外の家庭学習の取り組み方やそれを支える基本的な生活習慣の確立も見逃すことができない。そして、その取り組みは、短期間にとどまってしまうのではなく、中学校であれば1年生から3年生までの3年間の継続した取り組みによって、確か

のものへと実感させることができるのではないかと考えた。そして、その取り組みは、中学校であれば1年生から3年生までの3年間の継続した取り組みによってできるのではないかと考えた。

1. 引きつける・分かりやすい授業
2. (学習内容への) 興味関心
3. (技能面，知識理解の定着を図るための家庭学習などを通した) トレーニング
4. (きちんと話が聞けるなどの) 基本的な生活習慣
5. 継続的な取り組み

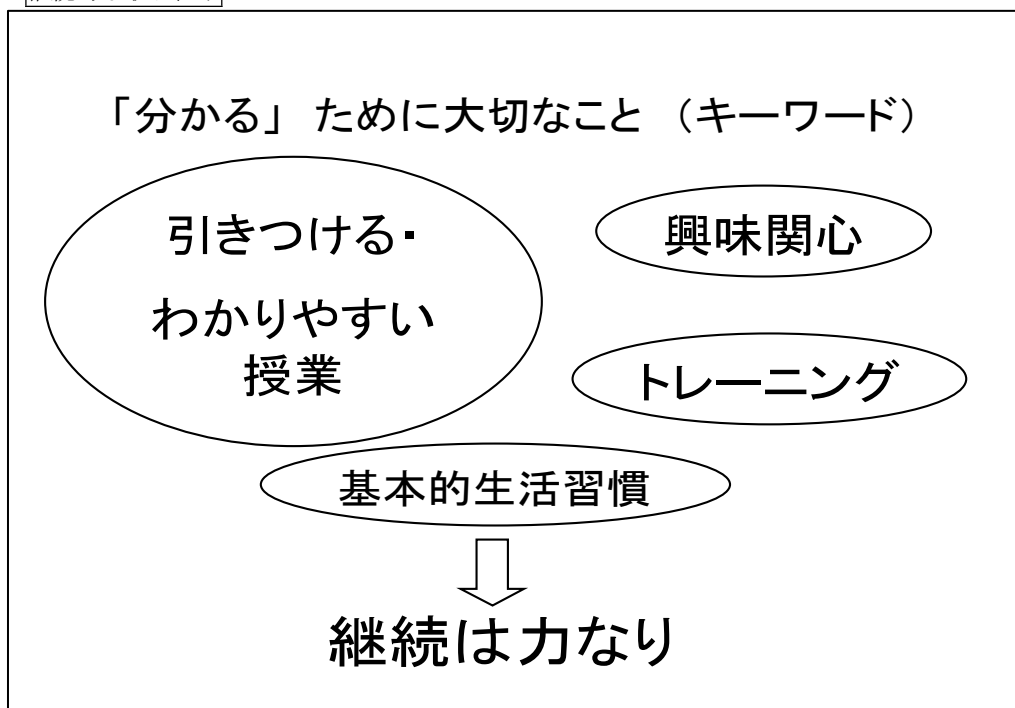


図2 学習が分かるための条件（5つのキーワード）

2 理科学習及び光認識に関する調査

「よく分かる理科」を目指した学習指導，及び研究を進めるにあたって，生徒の理科学習に対する興味・関心等の実態を把握することが重要であると考え，理科および研究の対象としている光単元の内容についてのアンケート調査を行った。光単元は中学校1年生の学習内容であるが，既習の中学校2，3年生についても学習内容の理解度を明らかにする必要性から，中学校全学年を対象として実施した。

（1）理科学習及び光認識に関する調査

理科及び光に関するアンケート調査を鳥取市内の中学校の生徒を対象として，平成17年6月

に実施した。

① 調査対象

表1に示すように、鳥取市内3中学校の全学年合計709名に対して実施した。

表1 理科学習及び光認識に関するアンケートの調査対象人数

	1年	2年	3年	計
H中学校	39	38	37	114
N中学校	107	128	119	354
A中学校	80	72	89	241

合計 709名

② 実施時期と回答方法

平成17年5月、各中学校にアンケートへの協力を依頼し、6月上旬に各校が学級活動等の時間を利用し、担任立会いの下で実施した。調査用紙は、質問紙法を用いた調査用紙を配布し、回答させた。(調査用紙は、図3-1から3-3に示す)

③ 調査内容

- a. 理科の学習への興味関心度およびその理由
- b. 実験、観察への好嫌度およびその理由
- c. 小学校、中学校の理科の学習で、印象に残っている実験、観察
- d. 将来社会に出て、理科の学習が役に立つかどうかの個人の考え
- e. 「光」とはどのようなものか。個人の考え、イメージ
- f. どうして「ものが見える」のか。
- g. 全身を鏡に映すための鏡のサイズ
- h. 知っているレンズ
- i. 月はどうして光って見えるのか。
- j. 光の単元(既習内容)の理解度チェック→中学校2, 3年生のみ
(反射, 屈折の向き)

理科アンケート調査

()年()組(男・女)

このアンケートは、「理科および光について」の学習について調べるものです。成績にはまったく関係ありませんので、安心して答えてください。

(1) あなたは、理科の学習に興味がありますか、自分の考えにもっとも近いものを1つ選んで、番号に○をつけてください。

1. 大変興味がある 2. 興味がある 3. あまり興味がない
4. まったく興味がない 5. どちらともいえない

(2) A. (1)で、1か2を選んだ人にたずねます。

それは、どうしてですか。その理由を書いてください。

B. (1)で、3か4を選んだ人にたずねます。

それは、どうしてですか。その理由を書いてください。

C. (1)で、5を選んだ人にたずねます。

それは、どうしてですか。その理由を書いてください。

(3) あなたは、これまでの小学校、中学校の理科の学習で、実験や観察は好きな方ですか、自分の思いにもっとも近いものを1つ選んで、番号に○をつけてください。

1. 大変好きである 2. 好きである 3. あまり好きではない
4. まったく好きではない 5. どちらともいえない

(4) (3)で、3か4を選んだ人にたずねます。

それは、どうしてですか。その理由を書いてください。

(5) あなたは、これまでの小学校、中学校の理科の学習を通して、印象に残っている(記憶に残っている)実験や観察はどんなものがありますか。3つ書いてください。

図 3-1 調査用紙その1

(6) これから、皆さんが社会に出ていくにあたって、理科の学習は役に立つでしょうか。あなたの考えを自由に素直に書いてください。

(7) 「光」とはどんなものだと思いますか。あなたの考えを書いてください。(絵や図を書いて説明してもいいです。)

(8) どうして私たちは、「ものが見える」のでしょうか。あなたの考えを書いてください。(絵や図を書いて説明してもいいです。)

(9) Aさんは、身長が160cmです。Aさんが、頭のとっぺんから足の先まで全身を鏡に映すためには、最低何cmの大きさの鏡が必要でしょうか。できれば、理由をつけて答えてください。(絵や図を書いて説明してもいいです。)

(理由)

_____ cm

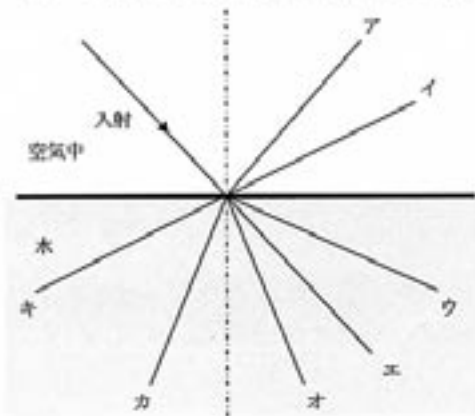
図3-2 調査用紙その2

(10) 日常生活の中には、いろいろなレンズが用いられたものがたくさんあります。例えば、物を大きく拡大してみるのに私たちは、虫メガネ（凸レンズ）を使います。それでは、虫メガネ以外で、レンズが使われているものにはどのようなものがありますか。あなたが知っているだけ書いてください。

(11) 月はどうして光って見えるのですか。その理由を教えてください。

(12) <次の質問は、2年生と3年生のみ教えてください>

- ① 図のように、光が入射したとき、水面で反射する光の道すじはどれですか。教えてください。
- ② 図のように、光が入射したとき、水の中を運んでいく光の道すじはどれですか。教えてください。
- ③ キの向きからの光が水面で全反射したときの光の道すじはどれですか。教えてください。



① _____ ② _____ ③ _____

ご協力、本当にありがとうございました。

図 3-3 調査用紙その 3

(2) 理科学習に関する調査の結果及び考察

① 設問1「理科の学習に興味があるかどうか」の回答結果及び考察

図4に理科学習の興味・関心について聞いた結果を示す。全体として、「興味あり」の回答が、中学校1年生で49.1%、中学校2年生で47.5%、中学校3年生で48.6%という結果であった。各学年ともに約48%程度で、学年による大きな差はなかった。全国調査の結果では学年が上がるごとに階段状に落ち込み、中学校3年生で跳ね上がる傾向と同様ではなかった。^{1)~4)}

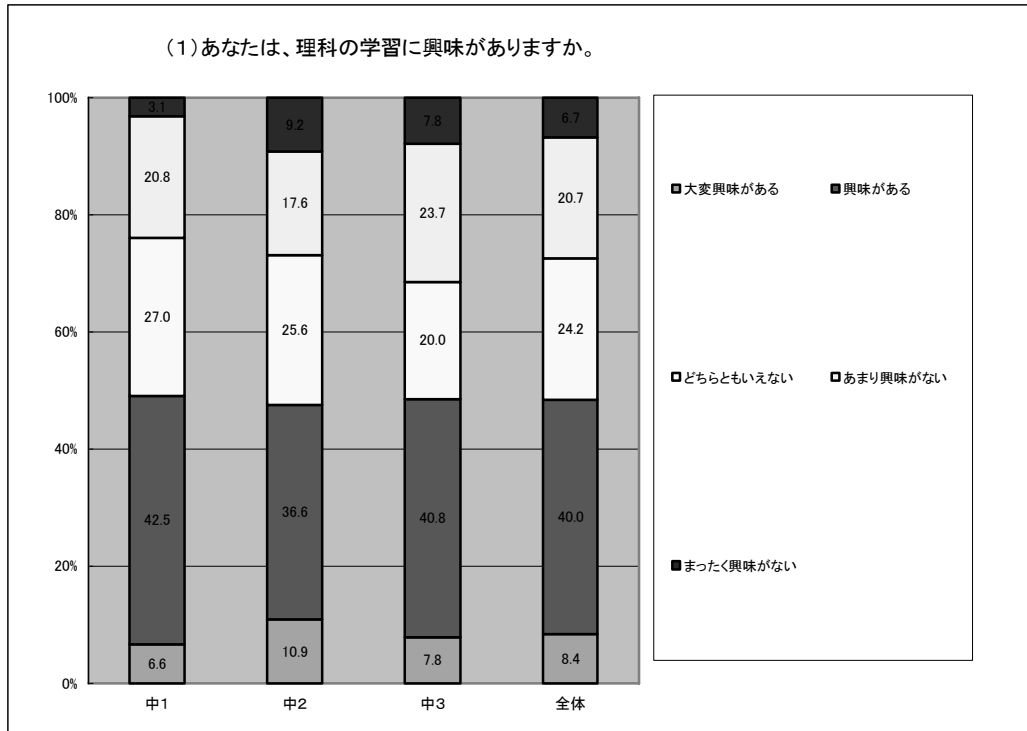


図4 理科の学習への興味関心度の割合 (%)

「興味なし」の回答が、中学校1年生で23.9%、中学校2年生で26.8%、中学校3年生で31.5%と、学年が上がるごとに増加した。「どちらともいえない」の回答が、中学校1年生で27.0%、中学校2年生で25.6%、中学校3年生が20.0%で、学年が上がるごとに割合は減少した。学年が上がるごとに好き嫌いの意思がはっきりする結果となった。

② 設問2「学習に興味があるかどうか」の回答理由 (各学年男女別) 及び考察

表2には理科学習の興味についての理由を掲げる。「興味あり」の回答理由として、圧倒的に多かったのは、各学年男女とも「実験や観察があって楽しい (おもしろい)」であった。中学校1年生男子48.6%、中学校2年生男子46.4%、中学校3年生男子37.7%、中学校1年生女子50.0%、中学校2年生女子46.0%、中学校3年生女子26.5%であった。その割合は、学年が上がるごとに少しずつ減少していた。

表2 「大変興味あり・興味あり」の理由における具体的な生徒の回答

- ・実験などがおもしろいし，分かりやすい。
- ・実験などすることが好きだし，授業もおもしろいから。
- ・自分の知らない事が，実験などによって，知られるから。
- ・身近な現象が理解できるから。→どうしてそうなるのかが分かる。
- ・テストでいい点が取れるから。
- ・理科の実験などは，成功したらいろんな発見があつておもしろいし，失敗したときにその理由を考えるのもおもしろいから。とにかく理科はおもしろい。
- ・先生の話がおもしろいから。

また、「授業がおもしろい」という理由が，中学校1年生男子8.6%，中学校2年生男子15.5%，中学校3年生男子18.8%，中学校2年生女子14.0%，中学校3年生女子16.2%であり，学年が上がるごとに増加した。学年が上がるにつれて，実験・観察のみならず，学習内容そのもののおもしろさに魅力を感じてきていることがうかがえた。

その他多かった意見として，「身近な不思議なことがどんどん分かってくるから」という理由が，中学校1年生男子5.7%，中学校2年生男子6.0%，中学校3年生男子10.1%，中学校1年生女子13.5%，中学校2年生女子6.0%，中学校3年生女子16.2%であった。

他に，中学校2，3年生で，「分かりやすい」，「得意科目である」という意見が増えていたことも特徴であった。

少数意見ではあったが，「興味あり」と回答した生徒の中には，具体的に「植物が好きである」「天体が好きである」「薬品を扱う化学実験が好きである」「動物が好きである」など，科学のいろいろな内容への興味を示した感想も見受けられた。その他の少数意見として，科学者になりたい，理科には夢があるといった意見もあった。

表3には興味がない理由を挙げている。「興味なし」の回答理由として，各学年，男女ともに「あまりおもしろくない，授業が楽しくない，好きではない」が全般的に最も多かった。中学校1年生男子37.5%，中学校2年生男子46.7%，中学校3年生男子23.5%，中学校1年生女子31.4%，中学校2年生女子51.3%，中学校3年生女子42.6%であった。

また，学年が上がるごとに「学習が難しい・よく分からない・得意ではない」という理由が増えており，中学校1年生男子16.7%，中学校2年生男子26.7%，中学校3年生男子52.9%，中学校1年生女子20.0%，中学校2年生女子17.9%，中学校3年生女子36.8%であった。

「名前を覚えたりするのが大変だから・覚えにくいから」という意見も多かった。その他の別の表現として，「理科が苦手で，点数が上がらないので，やる気がでない」や「最近の理科のテストが難しすぎる」などの意見もあった。学年が上がるにつれて，学習に対する理解が乏しいことが悩みとなっている様子が回答結果からうかがえた。

表3 「あまり興味なし・まったく興味なし」の理由の具体的な生徒の回答

- ・分からないし、おもしろくない。
- ・どうでもいい感じ。
- ・理科が苦手で、点数が上がらないので、やる気がでない。
- ・名前とか覚えるのが大変だから。
- ・実験とか好きだけど、難しくて分からなかったりするから。
- ・勉強したいがイヤだから。
- ・楽しい実験のときもあるけど、あまり科学とか分からないし、興味がない。
- ・最近の理科のテストが難しすぎるから。
- ・あまり実験が好きではないから。
- ・難しいから（とくに1分野）
- ・たのしくない。意味が分からない。
- ・日常的に電灯やテレビなんかを見て、「ああ、これは光の性質～ど～たらこ～たら」などと考えることなんかないから。

「勉強そのものがあまり好きではない」という意見も見られ、中学校2年生男子3.3%，中学校3年生男子5.9%，中学校2年生女子7.7%であった。

「興味あり」の回答理由に挙がっていた内容と反対に、「実験・観察が嫌い、めんどくさい」、「生き物があまり好きではない」、「あまり生活の役に立つ気がしない」などが特徴的であった。また、少数意見として、何のためにしなければならないか分からない、理科はどうでもいいといった意見もあった。

設問3～5の結果については紙面の都合で省略する。

③ 設問6「社会に出ていくにあたって、理科の学習は役に立つか」の回答結果及び考察

表4-1に具体的な意見の肯定的意見と表4-2に否定的意見に分けて示す。何らかの形で将来役立っていくこともあるだろうと回答した肯定派が否定派の数を上回る結果であったが、肯定派も生活そのものに活かされていくであろうという感覚は乏しく、仕事などで役立ったり、一部のこと例えば天気のことや人体のことなどで役立ったりするぐらいではないかという受けとめ方が多かった。日常生活との関連を考えたときの理科の学習の必要性については、あまり役に立たないのではという意見が大変に多かった。

表 4-1 具体的な生徒の回答－肯定的表現

- ・たぶん社会で役立つと思う。たとえば、生き物を保護する仕事についてのなら、動物の特性、体のしくみなどが役に立つと思うからです。またこの仕事だけではなく、電気に関係したりする仕事も理科の学習が役に立つと思います。
- ・生活にはあまり直結しないだろうけど、何らかの形で役に立つだろうと思っています。
- ・ややこしい理科を勉強することで、頭が働き、「理科」直接の学習は役立たなくても、頭が働いて、生きていく為には必要だと思います。
- ・私は、少しは役に立つと思います。理由は、山に山菜などを取りに行くときに、これは食べてもよいものか悪いものか分かるから。
- ・役に立つと思う。でも、それは個人が就く仕事の種類によっても違ってくると思う。
- ・どんな風に役に立つとかかは分からないけれど、必ず役に立つときはくると思う。
- ・役に立つ部分もたくさんあると思います。例えば、人の受精のしかたや、植物の名前、天気の見方など、日常や常識として正しく分かっておくことがあると思います。

表 4-2 具体的な生徒の回答－否定的表現

- ・科学者や先生は役に立つと思うけど、サラリーマンには役に立たないと思う。
- ・生きていく上では、まったく役に立たないと思う。
- ・2分野の知識は使うかもしれないけど、1分野の知識はあまり使う機会がないと思う。
- ・受験でしか役立たないと思う。
- ・科学とか、そういう仕事につくときは役立つだろうけど、その他のことではあまり役立たないと思う。
- ・ある程度の常識はいると思うが、複雑なものはそんなにいらなくと思う。
- ・普通に生活する上では、特に役に立たないと思う。
- ・正直言って、理科なんて興味ある人にしか役に立たないと思う。

日常生活との関連を考えたときの理科の学習の必要性については、あまり役に立たないのではという意見が大変に多かったことを受けて、その原因を考察してみた。

まず、全般的に、理科の学習と日常生活や自然科学との結びつきが弱いのではないかという点を指摘したい。日常の様々な現象は、科学的な内容と非常に密接関係していることは、多々ある。それにも関わらず、有用性が肯定的にとらえられていないのにはいくつかの理由があると考えられる。

第一に、自然科学に関する日常経験、楽しい経験や不思議と思う経験などが少ないのではないかとといった経験不足が原因となっているのではないかということ考えられる。

次に、現在の生活の豊かさが、科学技術等の進歩によるところが大きいかという感覚、意識が乏しいのではないかということが考えられる。さらに、「役に立つか？」という質問が、職業との絡みでの受け止め方になってしまったところはないかということなどが挙げられる。

理科の学習との関連で考えると、授業における学習内容において、日常との結びつきから語ったり、生徒に考えさせたりする教師側のアプローチがまだ弱いのではないかと推察される。

逆に、役に立つという肯定的な立場で物事を考えた場合、メリットも多く挙げられるのではないかと思う。例えば、動植物との共生の姿勢が持て、自然愛護の精神が育まれる。

人体のしくみが分かり、健康に留意する態度が養われる。花の育て方が分かる。生き物の飼い方に興味が持てる。自然事象に関するTV番組、雑誌など興味深く見ることができ、楽しいひとときが過ごせるなど、数多く挙げられる。

理科の授業を行う側からすると、この生徒の感想をしっかりと把握して現状を知り、授業の改善へとつなげていくべきであると強く感じた。役に立つかどうかといった損得で物事を考えていくことは、決して本来の理科の学習そのものの目的ではない。物事に対する心豊かな見方や考え方ができる経験、おもしろい、楽しいと感じることが意義深いものであることを改めて認識できた。

(3) 光認識に関する調査結果及び考察

① 設問8「どうして私たちは、ものが見えるのか」の回答結果及び考察

中学校1年生の回答で圧倒的に多かったのが、「目があるから（見えるしくみがある）」で、全体の53.5%であった。続いて、「分からない・無回答」18.0%、「目や脳など体の（いくつかの器官の）はたらきがあるから」6.6%、「目があり、光があるから」6.6%、「光があるから（明るいから）」5.3%、「生きているから」4.4%の順であった。

表5-1 中学校1年生 (N=228)

目があるから（見えるしくみがある）（目）	122	53.5%
分からない・無回答	41	18.0%
目や脳など体のはたらきがあるから（器官複合）	15	6.6%
目があり、光があるから（目・光）	15	6.6%
光があるから（明るいから）	12	5.3%
生きているから（生命）	10	4.4%
脳のはたらいているから（脳）	3	1.3%
光がものを照らして、それを目で見るから	3	1.3%
光がものにあたっているから	2	0.9%
目に光が入って網膜に映り、それを視神経が脳に伝えるから	2	0.9%
色があるから（色）	1	0.4%
光が反射するから	1	0.4%

目の中の網膜がレンズなどを通して光の刺激を受けているから	1	0.4%
計	228	100.0%

いきなりこういう質問をされて、科学的に答えることは、中学校1年生にとっては大変難しかったのではないだろうか。どのように答えたらよいか迷ったことと思われる。こうした生徒の回答も、学習を行った後では、かなりの変容が見られた。

表 5-2 中学校 2 年生 (N = 236)

光がものにあたって反射して見える (目にうつる・届く・入る)から	74	31.4%
目があるから (見えるしくみがある) (目)	71	30.1%
光があるから (明るいから)	15	6.4%
目に光が入って網膜に映り、それを視神経が脳に伝えるから	15	6.4%
分からない・無回答	13	5.5%
目があり、光があるから (目・光)	11	4.7%
光が目が届くから 目はカメラと同じようなしくみだから	9	3.8%
目や脳など体のはたらきがあるから (器官複合)	8	3.4%
目の中の網膜がレンズなどを通して光の刺激を受けているから	7	3.0%
光がものにあたっているから	6	2.5%
生きているから (生命)	4	1.7%
ヒトが進化したから	2	0.8%
目があり、脳があり、光があるから (目・脳・光)	1	0.4%
計	236	100.0%

中学校2年生の回答で多かったのが、「光がものにあたって反射して見える (目にうつる・届く・

入る)から」31.4%、「目があるから(見えるしくみがある)」30.1%であった。続いて、「光があるから(明るいから)」6.4%、「目に光が入って網膜に映り、それを視神経が脳に伝えるから」6.4%、「分からない・無回答」5.5%の順であった。

中学校1年生と比較して、答え方にも違いが感じられた。アンケートを実施した時期が、ちょうど「人体のしくみ」を学習している頃であり、このことも答え方に影響を及ぼしたのではないかと推察される。

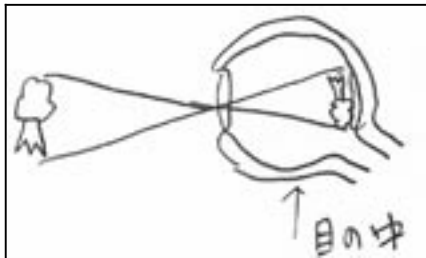
表5-3 中学校3年生 (N=245)

目があるから(見えるしくみがある) (目)	86	35.1%
光がものにあたって反射して見える(目にうつる・届く・入る)から	55	22.4%
光があるから(明るいから)	35	14.3%
分からない・無回答	18	7.3%
目や脳など体のはたらきがあるから(器官複合)	9	3.7%
生きているから(生命)	9	3.7%
目があり、光があるから(目・光)	8	3.3%
目に光が入って網膜に映り、それを視神経が脳に伝えるから	8	3.3%
光がものにあたっているから	6	2.4%
光が目が届くから 目はカメラと同じようなしくみだから	5	2.0%
目の中の網膜がレンズなどを通して光の刺激を受けているから	2	0.8%
目があり、色があるから(目・光)	1	0.4%
目があるから 光があるから 色があるから(目・光・色)	1	0.4%
脳がはたらいているから(脳)	1	0.4%
ヒトが進化したから	1	0.4%
計	245	100.0%

中学校3年生の回答で多かったのが、「目があるから(見えるしくみがある)」35.1%、

続いて、「光がものにあたって反射して見える（目にうつる・届く・入る）から」22.4%，「光があるから（明るいから）」14.3%，「分からない・無回答」7.3%の順であった。「光があるから（明るいから）」がかなり多くなっていたことが特徴的であった。以下の図は生徒の具体的な回答図を示したものである。

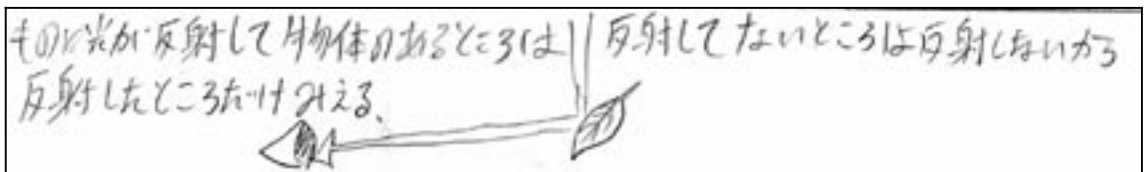
（具体的ないくつかの生徒の回答）

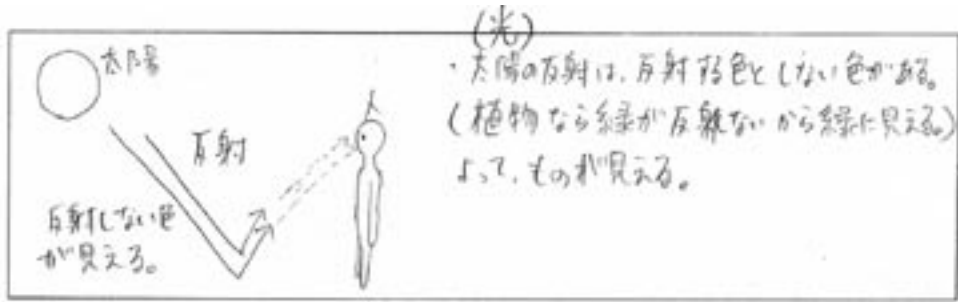


目があるから。
目の仕組みなどはよく知らないです。

目が見えたものを認識して、その情報が
脳にあくられるから

神がさずけた目があるから。





中学校1年生から3年生までの回答を、全体として見ると、文章表現のしかたは個々で大変様々であった。したがって、大きく7つの項目に分類し、どれに当てはまるかということでもとめた。7つの項目は以下の通りである。

- 1.単に目があるから(見えるしくみがある)という表現
- 2.目だけではなく、脳や神経など体のいろいろなはたらきがあるからという表現
- 3.光の存在がある(明るい)からという表現
- 4.目のはたらきと同時に、光の存在もあるからという表現
- 5.光がものにあたって反射して見える(目にうつる・届く・入る)からという表現
- 6.その他の表現
- 7.分からない・無回答

図6は上の7項目のどれを回答したかをまとめたものである。

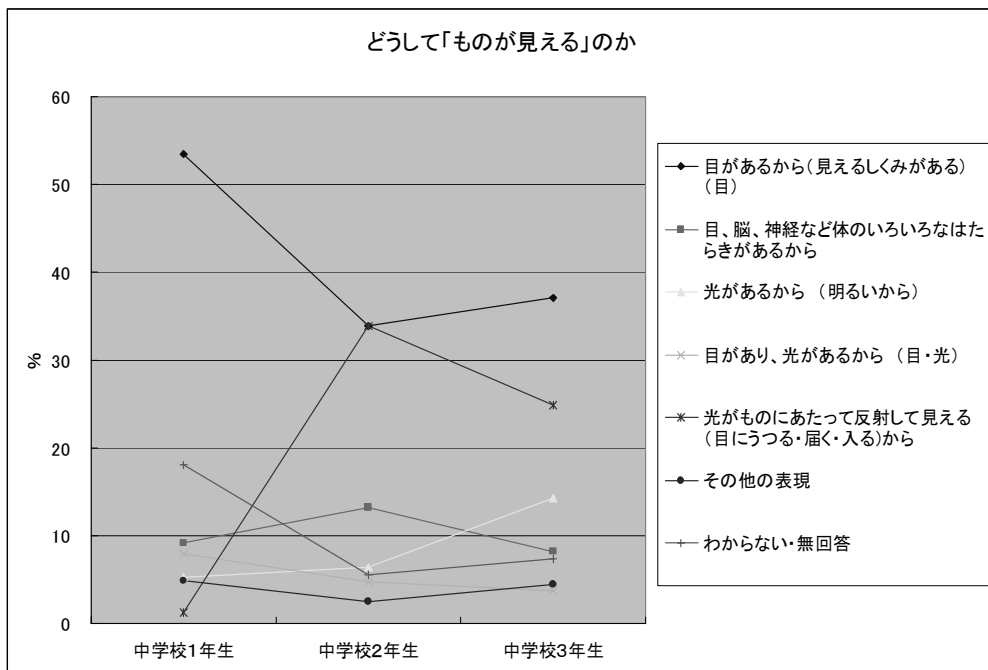


図6 どうして「ものが見えるのか」の回答結果

一般的な答えとしては、「目があるから(見えるしくみがある)」であった。けっして間違いでは

なく、とてもストレートな表現である。この答え方は、中学校1年生に特に多く、全体の半分を超える53.5%にのぼった。中学校1年生で光の単元を既習済みの中学校2年生と中学校3年生については、答え方に明らかに変化が見られた。

中学校2年生で、単に「目があるから」という回答が減少し、そのかわり「光がものにあたって反射して見える（目にうつる・届く・入る）から」という回答が増加した。「目」は当然のことながら、まず「光」という表現。それがいろいろなものに当たって起こる「光の反射」という現象。そして、それを目で感知し、「神経」を通して、「脳」で判断することなどいろいろな表現ができていた。学習を通しての表現の仕方（答え方）も変化したことが考えられる。

「光があるから（明るいから）」という回答は、中学校1年生5.3%、中学校2年生6.4%、中学校3年生14.3%と中学校3年生が少し高くなっていった。

「ものが見える」ことは、まぎれもなく日常生活と密接に関連した内容である。中学校理科の学習内容の中では、光の単元だけではなく、中学校2年生の第2分野で学習する「刺激と反応（神経系）」の内容とも大いに関連している。教科書内容にとどまらず、例えば、天気の内容で学習する空の青さや、夕焼けの赤い色といった色がどうして識別できるのか、可視光線、赤外線、紫外線などの内容も網羅させて、カリキュラムの編成及び授業内容を検討していけば、より興味をもてる内容になり、将来的に役立つ、そして生徒の記憶に残る理科の学習が展開できるのではないかと考える。

3 分かる理科学習の実践的検証

(1) 指導実践及び評価

分かる理科授業を実践的に検証するために、以下のような授業を実施した。

① 実施時期とクラス

平成18年5月～6月に教材研究を行い、6月下旬～7月夏休み前まで授業実施、9月に前期末テストを実施した。使用教科書は文献5と6を使用し、文献7～9の指導案を参照した。評価の観点は文献10を参照した。授業は筆者の一人が勤務するA中学校1学年3クラスで実施した。

② 実施内容

- ・光単元（全11時間）の教材研究，指導案の検討（指導法，評価法を中心とする。）
- ・光単元授業
- ・光単元授業終了後の自己評価カードのチェック
- ・テスト問題の作成及びテスト結果の分析
- ・生徒の自己評価と学習内容定着度の分析・考察

③ 光単元（全11時間）指導計画

第1章 光による不思議な現象（全11時間扱い）	授業の主要項目
1 なぜ鏡でものが見えるのか	
第1時 ものが見えるのはどうして？（光の存在）	クイズ
第2時 光のはね返し（反射）（実験）	レーザー光源，鏡を使った的当てゲーム

第3時 光の反射と像 (実験)	鏡を使ったゲーム
第4時 (発展) 光の直進性・粒子性 (実験)	線香の煙を使った実験
2 なぜコインが浮き上がるのか (2時間)	
第5時 光の屈折 (実験) ＜空気と水などの境界での光の進み方を調べよう＞	カップとコインを使った実験 レーザーと半円形レンズを使った実験
第6時 光の屈折 (まとめ) ＜空気と水などの境界での光の進み方＞ 光の屈折, 全反射のしくみ	ワークシートによる光の進み方の作図 2匹に見えるキンギョの見え方の作図, 考察
第7時 第1時～第6時までの学習内容の総まとめ プリント学習による演習 自主学習および生徒同士による相談 (コミュニケーション) 活動 (個別指導の充実を図る)	
3 なぜ虫眼鏡で見える像が変わるのか	
第8時 凸レンズの特徴を知ろう (実験) ＜凸レンズを通った光の道すじ＞ (発展) 近視・遠視の矯正について	1人1個の凸レンズによる実像づくり体験 1人1個の凹レンズを使つての見え方体験
第9時 凸レンズによってできる像 (実験) ＜ろうそくと凸レンズでできる像の特徴を調べよう＞ ろうそくの炎, 凸レンズ, スクリーンの位置関係とできた像の大きさの関係	1人1個の凸レンズによるろうそくの実像づくり
第10時 第8時, 第9時の学習内容の総まとめ (発展) 顕微鏡, 望遠鏡, スライド, プリクラ, 映写機など日常生活の中でも活用されている光学機器について プリント学習による演習 自主学習および生徒同士による相談 (コミュニケーション) 活動 (個別指導の充実を図る)	
第11時 光の単元の総まとめと自己評価 光の単元総まとめ自作プリントと自己評価カードの活用	

③ 光単元の実験における生徒の反応

光単元の授業の総まとめとして，第11時に実験の感想を生徒に感想させた。生徒がどれくらい興味・関心をもって実験に取り組んだかを把握し，学習理解度との関連性を分析するために役立たいと考えた。授業で扱った7つの実験（ア～キ）のうち，特に，印象に残ったものについて回答させ，その理由を問うた結果を表6に示す。

表6 光単元で，生徒が印象に残った実験（数字は人数，複数回答）

クラス	1-1	1-2	1-3	合計 (名)
ア 鏡を使って，誰が見えるかという実験	6	4	6	16
イ レーザーの光を鏡で反射させて，的をねらう実験（グループ実験）	8	4	12	24
ウ レーザーで光の道すじを（線香の煙を使って）見る実験（グループ実験）	12	19	14	45
エ カップの底にコインを入れて水を注ぐと，見えなかったコインが浮かび上がって見える実験（グループ実験）	8	12	8	28
オ レーザーのまっすぐな光を半円形レンズに通すと，光が屈折したり，全反射する実験	6	8	5	19
カ 1人が1つ虫眼鏡（凸レンズ）を使って，外の景色を白い紙に写した（反対に写る）実験	6	4	8	18
キ ろうそくを台に立てて，虫眼鏡（凸レンズ）を使って，白い紙に逆さまになったろうそく（実像）ピントを合わせてつくる実験（グループ実験）	5	6	12	23

多くの回答を集めたものから順に並べると，以下の通りであった。

1. レーザーで光の道すじを（線香の煙を使って）見る実験（グループ実験）
2. カップの底にコインを入れて水を注ぐと，見えなかったコインが浮かび上がって見える実験（グループ実験）
3. レーザーの光を鏡で反射させて，的をねらう実験（グループ実験）
4. ろうそくを台に立てて，虫眼鏡（凸レンズ）を使って，白い紙に逆さまになったろうそく（実像）ピントを合わせてつくる実験（グループ実験）
5. レーザーのまっすぐな光を半円形レンズに通すと，光が屈折したり，全反射する実験
6. 1人が1つ虫眼鏡（凸レンズ）を使って，外の景色を白い紙に写した（反対に写る）実験
7. 鏡を使って，誰が見えるかという実験

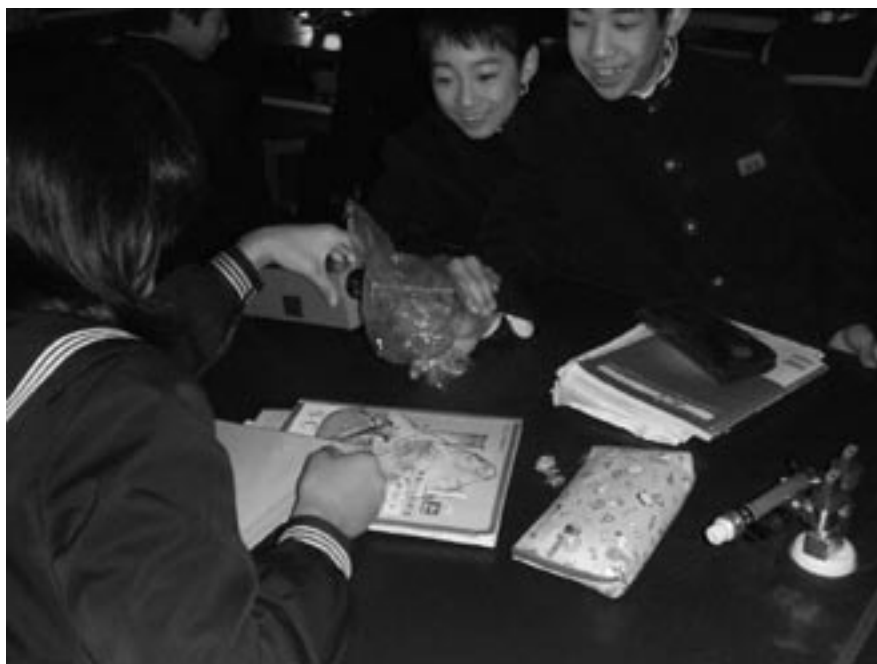


図7 レーザーで光の道すじを線香の煙を使って見る実験（グループ実験）



図8 レーザーの光を鏡で反射させて、的をねらう実験（グループ実験）

図7から図8で示した実験が、回答の多かったものであった。回答の理由を以下に紹介する。

・第1位 レーザーで光の道すじを（線香の煙を使って）見る実験（グループ実験）

回答理由（数字は延べ人数）

- ・道筋がまっすぐな線に見えたからすごいと思った，よかった（18名）
- ・光の粒みみたいなものが見えて，おもしろかった（14）
- ・楽しかったから（おもしろかった）（12）
- ・煙を使うとなぜ道すじが見えるのか不思議だったから（8）
- ・実際にやってよく分かったから（2）
- ・初めて知ったことだったから（2）
- ・大きく見えてびっくりしたから（1）
- ・赤い糸みたいに見えてきれいだったから（1）
- ・すごかったから（1）
- ・レーザーを使ったから（1）

レーザー光源で見えた光の点が，線香の煙を使うことで，光の道すじとしてまっすぐな線に見えたことが，生徒にとっては大きな驚きであった様子である。また，その光のようすから「光の粒みみたいなものが見れた」と表現する生徒も多く見られた。「どうして，煙を使うと道すじが見えるのか」といった素朴な疑問を抱く生徒もあったが，その場で即答はせず，「調べてみなさい」というオープンエンドの形式をとった。

・第2位 カップの底にコインを入れて水を注ぐと，見えなかったコインが浮かび上がって見える実験（グループ実験）

回答理由（数字は延べ人数）

- ・おもしろかった（17名）
- ・見えなかったものが見えたから（10）
- ・少し不思議だったから（7）
- ・すぐに実験できるから（1）

回答理由としては，単純な感想が多く，「おもしろかった」が最も多かった。実験そのものも大変単純であるが，ただ水を注いだだけで見え方に変化が生じる点が，マジックのような感じで，生徒には受けとめられたようすであった。水中に見えるものが見え浅そうなどころにあるように見えて，実際にはかなり深いところにあるといった経験が少ないのかもしれないと，授業をしながら感じた。

・第3位 レーザーの光を鏡で反射させて，的をねらう実験（グループ実験）

回答理由（数字は延べ人数）

- ・かなり楽しかった（おもしろかった）から（18名）
- ・レーザーを使ったから（5）
- ・光の動きがおもしろい（4）
- ・同じ角で反射するところ（2）
- ・初めて知ったことがいろいろあったから（1）

カップの中のコインの実験同様，回答理由は単純な感想が多く，「おもしろかった」が最も多かった。レーザー光源から発した，点になった光があっちこちに動き回ってその動きがおもしろかつた。

たという感想もあった。

これらの実験に対する生徒の回答および回答理由から以下のことが考察できる。

第一に、第2位、第3位に挙げた2つの実験についてである。学習内容を遊び感覚で体感させることは、生徒にとってはおもしろく、印象として残りやすいが、果たしてその実験そのものが、学習内容のどういうことにつながるのかといったことが、生徒の受けとめ方としてどうなのか、という疑問である。つまり、おもしろかったけれども、この実験はこういう目的で行ったのだといった生徒自身の把握が、乏しかったのではないかという点である。このことは、感想がとても単純なところからも伺える。改めて、ねらいをもって実験に取り組ませることの大切さを痛感した。逆に、第1位に挙がっていたレーザーで光の道すじを線香の煙を使って見る実験については、驚きの中にも、もっと知りたい、どうしてだろうかといった、次のステップにつながる受けとめ方が多くなされていたように感じる。教科書にあるなしにかかわらず、実験を通して新たな疑問が生まれるということは、学習をより深めていく上で、とても大切なことではないかと認識できた。

第二に、ベスト3に入っていない4つを選んだ生徒の回答理由が、ただ「おもしろかった」といった単純な感想にとどまらず、その中身はさまざまな理由が挙げられていた点である。「初めて知ったことで、大変勉強になった」、「プリントが分かりやすく、楽しかった」、「逆さまになったり、小さいころそくが見えたりするのがおもしろかったから」、「実験を自分で試みて、とてもよく分かった」、「分かりやすかった」、「どうして凸レンズ1つで外の景色が映るのか、大変不思議だった」、「実験にまじめに取り組むことで、とても興味が持てた」など、後につながる前向きな感想が多く見られた。

4 学習理解度の分析及び考察

平成18年12月中旬に、現任校のA中学校の1年生を対象として、「理科の学習の理解度」についてのアンケート調査を行った。調査用紙は、質問紙法を用いた自作の調査用紙を配布し、理科の時間に回答させた。調査用紙は、図9に示す。

中学校1年生においては、中学校に入学しておよそ8ヶ月が経過し、学校生活にも慣れてきた頃である。各教科で、教師は、工夫を凝らした指導を実践する中、「授業が分からない」「学習内容が難しい」「おもしろくない」と感じてきている生徒も少なくない。

4月のスタートからの理科の指導実践の成果と課題を分析し、本研究の重要な1つの資料とすることを目的としてアンケート調査を実施した。内容は以下の通りである。

理科アンケート調査	
1年()組(男・女)	
<p>このアンケートは、理科の学習について調べるものです。成績にはまったく関係ありませんので、安心して答えてください。</p>	
<p>(1) 中学校に入学して、早や9ヶ月が経過しました。現在、理科の学習内容の理解度についてあなた自身に最もあてはまるものを下のア～カから<u>1つ</u>選んで、記号で答えてください。</p>	
ア	前期、後期を通して、安定して学習内容をほぼ理解できていると思う。
イ	前期、後期を通して、まずまず学習内容を理解できていると思うが、わからないと思う内容もある。
ウ	前期は学習内容をあまり理解できていなかったが、後期になって理解できるようになってきたと思う。
エ	前期は学習内容を理解できていたが、後期になってあまり理解できていないと思う。
オ	前期、後期を通して、学習内容をあまり理解できていないと思う。
カ	その他
())
回答欄	
<p>☆(1)で、ア～ウを選んだ人にたずねます。</p>	
<p>学習内容を理解できていると思うのは、どういうことが関係していると思いますか。自分の思い、経験から考えて、下のア～コから<u>あてはまるものをすべて</u>選んで、記号で答えてください。</p>	
ア	学習内容そのもの(教科書)が簡単であると感じる
イ	テストでいい点が取れる
ウ	授業がわかりやすいと感じる
エ	実験・観察があり、楽しく学習に取り組める
オ	(自分なりに)勉強の仕方がわかる
カ	日々の予習や復習ができています
キ	自プリント、たの理ワークなど問題練習(ドリル)にきちんと取り組んでいる
ク	テスト勉強を頑張っている
ケ	学習内容が頭に入りやすいと感じる
コ	その他
())
回答欄	

図9 理科アンケート調査用紙

① 「理科の学習内容の理解度について」の回答結果及び考察

「前期、後期を通して、安定して学習内容をほぼ理解できていると思う。」と回答した生徒が、全体の19.2%、「前期、後期を通して、まずまず学習内容を理解できていると思うが、分からないと思う内容もある。」と回答した生徒が45.2%、「前期は学習内容をあまり理解できていなかったが、後期になって理解できるようになってきたと思う。」と回答した生徒が、9.6%であり、現時

点でまず学習内容を理解して取り組めている生徒の合計が、全体の74%を占めた。また反対に、「前期は学習内容を理解できていたが、後期になってあまり理解できていないと思う。」と回答した生徒が、全体の16.4%、「前期、後期を通して、学習内容をあまり理解できていないと思う。」と回答した生徒が8.2%、その他が1.4%であった。全体の約26%余りが、現時点で、理解が十分ではないと感じており、今後も何らかの手立てが必要であることを痛感した。

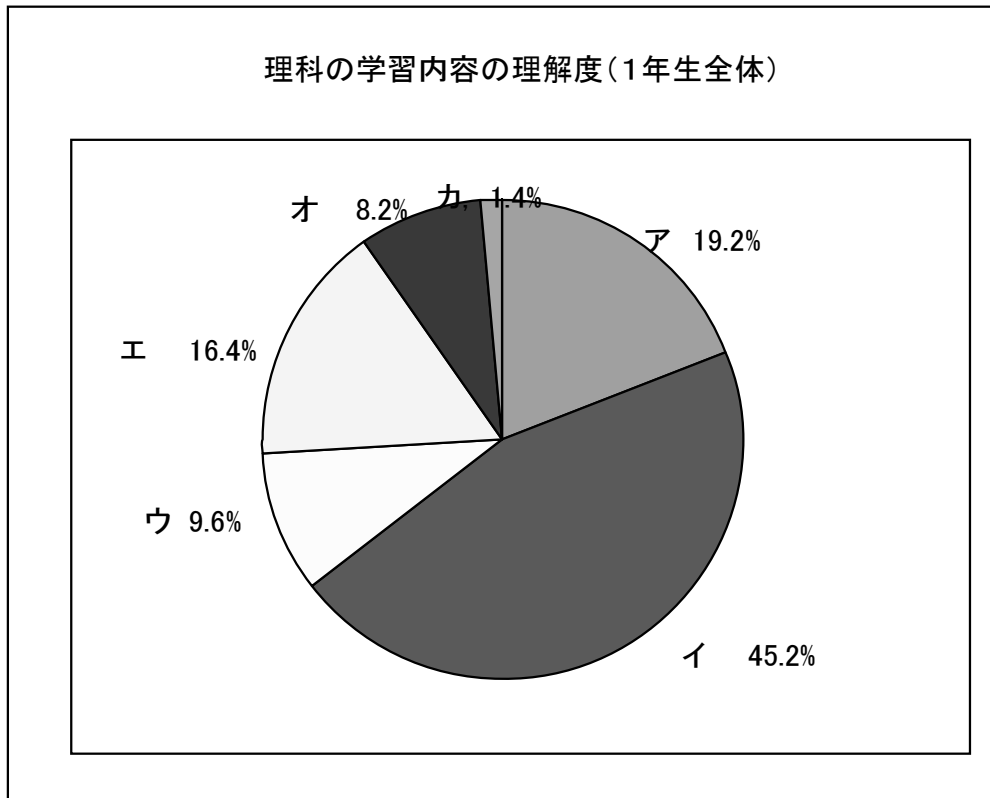


図10 理科の学習の理解度 (%)

理科という科目の特性を考えたとき、分野や単元の切り替えにより、興味・関心の度合いに変化が生まれたり、理解度に変化が生じることはよくある。得意なところ、不得意なところが自然とできてしまうのもなげける。ここで、指導する側としては、あまり理解できていないと回答した生徒がどういう点でつまづき、また、学習に取り組む際にどのようなことが障害となっているのかを明確に把握しておくことが非常に大切になると考える。個々の生徒に対する把握を十分に行い、それぞれに合った指導、アプローチが必要となる。

次に、学習内容を理解できている、または、理解できていないと回答した生徒のそれぞれの理由をまとめた。

ア～ウ(理解できている)の回答に対し、「学習内容を理解できていると思うのは、どういうことが関係していると思うか」の回答結果は下の図11の通りである。

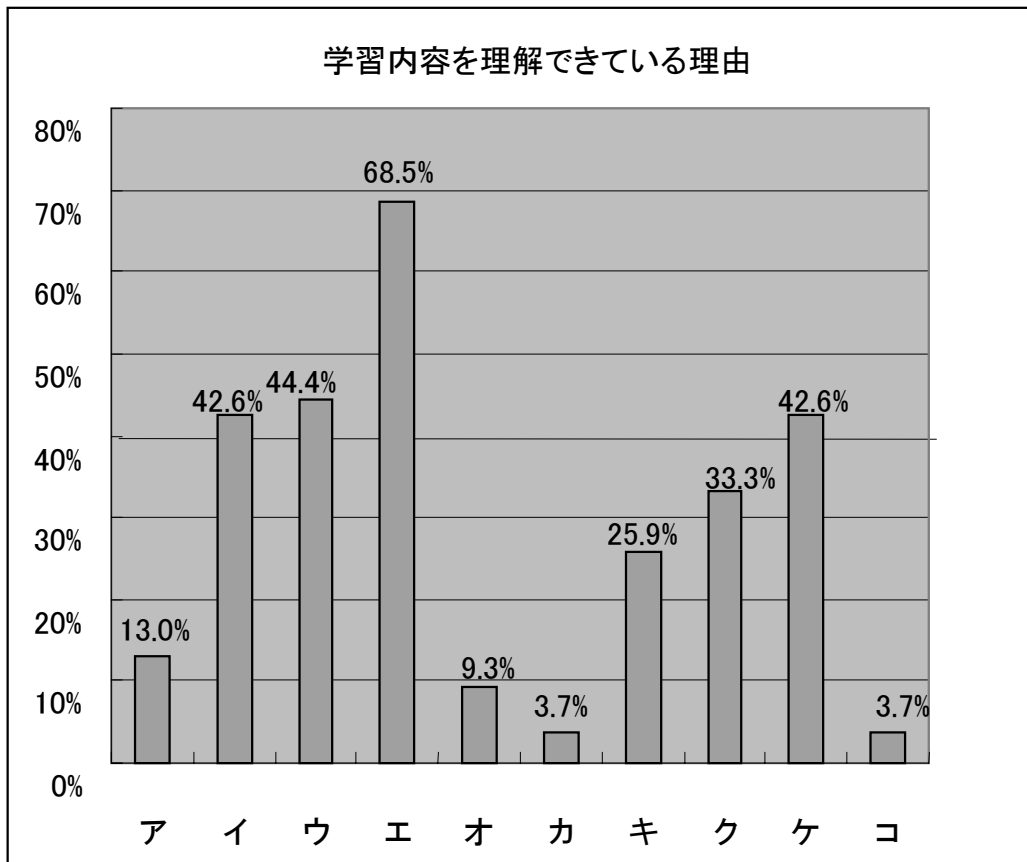


図 11 学習内容を理解できている理由 (複数回答)

- ア 学習内容そのもの(教科書)が簡単であると感じる
- イ テストでいい点が取れる
- ウ 授業が分かりやすいと感じる
- エ 実験・観察があり，楽しく学習に取り組める
- オ(自分なりに)勉強の仕方が分かる
- カ 日々の予習や復習ができている
- キ 白プリント，たの理ワークなど問題練習(ドリル)にきちんと取り組んでいる
- ク テスト勉強を頑張っている
- ケ 学習内容が頭に入りやすいと感じる
- コ その他

また，エ〜カ(理解できていない)の回答に対し，「学習内容を理解できていないと思うのは，どういうことが関係していると思うか」の回答結果は図 1 2 の通りである。

図 1 1 で示したように，「学習内容を理解できている」と回答した生徒の理由(要因)として，最も多かったのは，「実験・観察があり，楽しく学習に取り組める」68.5%であった。理解できて

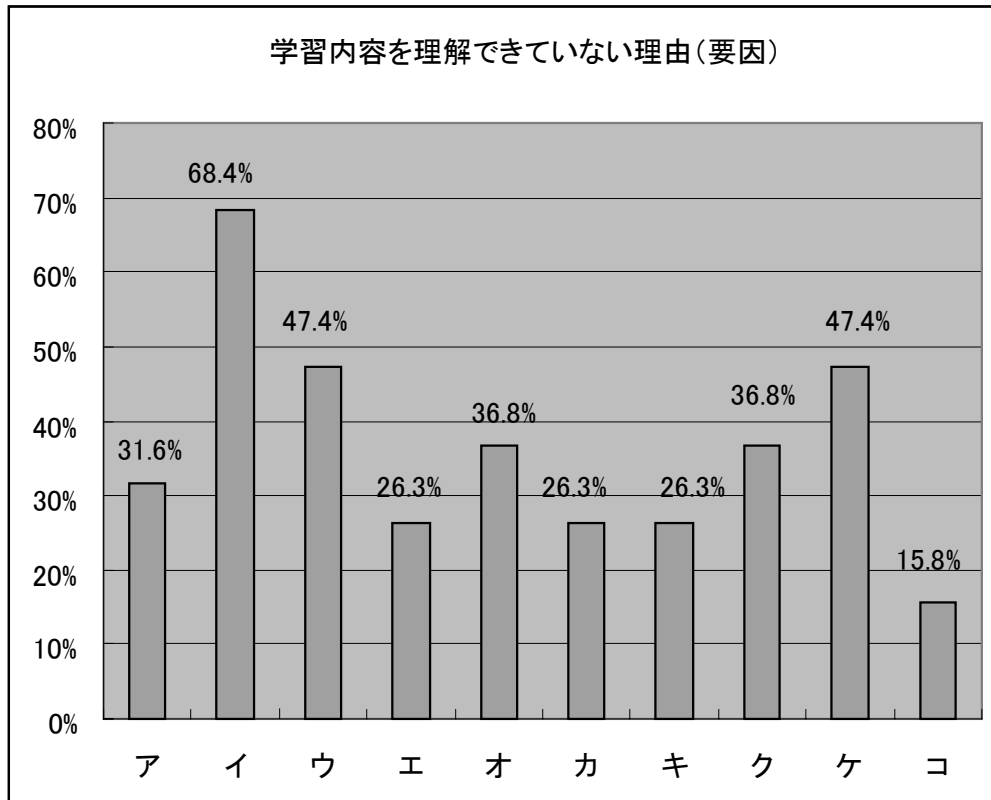


図12 学習内容を理解できていない理由 (複数回答)

- | | |
|---|-----------------|
| ア 学習内容そのもの(教科書)が難しいと感じる | |
| イ テストでいい点が取れない | ウ 授業が分からないと感じる |
| エ 実験・観察があまり好きではない | |
| オ 勉強の仕方が分からない | カ 家庭学習ができていない |
| キ 白プリント, 他の理科ワークなど問題練習(ドリル)にあまりきちんと取り組めていない | |
| ク テスト勉強が不足している | ケ 勉強そのものが好きではない |
| コ その他 | |

いる生徒の多くが、実験・観察好きが多く、実験・観察を通して学習内容を自然に吸収できていることがうかがえた。2番目に多かった理由は、「授業が分かりやすいと感じる」44.4%であった。続いて、「学習内容が頭に入りやすいと感じる」42.6%、「テストでいい点が取れる」42.6%であった。その他は、「テスト勉強を頑張っている」33.3%、「白プリント, 他の理科ワークなど問題練習(ドリル)にきちんと取り組んでいる」25.9%であり、家庭学習を要因として挙げた生徒の割合は、比較的少なかった。現在の教科書内容を考えた場合、やはり勝負となるのは、授業への前向きな取り組みであることを数字が物語っていると言える。

逆に、図12で示したように、「学習内容を理解できていない」と回答した生徒の理由(要因)として、最も多かったのは、「テストでいい点が取れない」68.4%であった。生徒にとって、ペー

パーテストの持つ意味合いは、非常に大きなものであることを改めて感じさせられた。続いて、「授業が分からないと感じる」47.4%，「勉強そのものが好きではない」47.4%であった。こういう回答をした生徒が、「分かる」という気持ちを抱ける授業づくりは、当然ながらこれからの課題と言えるが、まずは、勉強そのものに少しでも前向きに目を向ける指導の工夫は、絶対的に必要となる。その他は、「テスト勉強が不足している」36.8%，「勉強の仕方が分からない」36.8%であり、今一度の対策を検討してみたいと考える。「学習内容そのもの（教科書）が難しいと感じる」生徒も31.6%あり、抵抗感をなくすような指導の工夫が必要であると考ええる。

次に、分野や単元の違いによる興味・関心の度合いの変化，理解度の変化を考慮し，第1学年の学習単位における生徒の受けとめ方を調査した。

② 「中学校1年生の学習内容で、難しいと感じた内容」の回答結果及び考察

中学校1年生の学習内容で、難しいと感じた内容を図13に示す。この中で1番多かった回答は、「圧力の計算」67.1%であった。2番目に多かったのが「密度の計算」53.4%であり、この結果から、理科の学習の中でも計算を伴う内容に生徒の抵抗感が非常に強いことがうかがえる。中学校1年生の段階で、あまり計算を伴う問題に対する入念な指導を実施しなかったことも原因として大いに考えられる。計算等の内容になると、できる生徒とそうでない生徒の差がはっきりと開いてしまう傾向が生じ、深入りすることを躊躇したことも関係していると思われる。

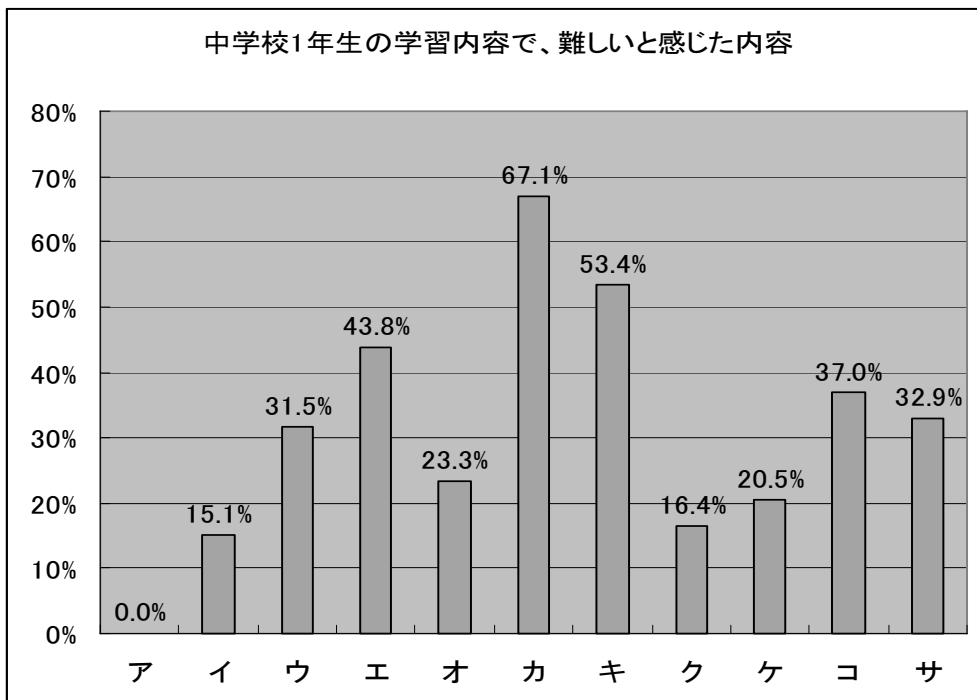


図13 中学校1年生の学習内容で、難しいと感じた内容

ア 特に難しいと感じた内容はない	イ 植物	ウ 光	エ 音	オ 力
カ 圧力の計算	キ 密度の計算	ク 気体	ケ 物質の状態変化 (融点・沸点)	
コ 水溶液の性質 (溶解度)	サ 水溶液の性質 (酸性・中性・アルカリ性)			

実際、必要以上に計算の練習に時間を割いて、理解できる生徒が増えるメリット以上に、理科にはこんな難しい計算があるから嫌いになったという生徒が増えるというデメリットを嫌った。また、このことは生徒の算数、数学の取り組みの様子を見て、判断する場合もある。近年、個人的にこういった内容は、中学校3年間を通して、継続して指導していくという考えに立って、極力時間を多く取らず、次の内容へと進めていっている。これについては、理科の指導者の中でも賛否両論に分かれるところと思われる。時間を取って念入りに反復練習をさせている指導者も実際にいる。決して、どちらが正解とは言い切れるものではなく、そのときそのときの生徒の様子を見ながら、進めていくことが大切であると私個人としては考えている。

次に多かったのが、「音」43.8%、水溶液の性質(溶解度)37.0%、水溶液の性質(酸性・中性・アルカリ性)32.9%と続き、研究対象となった「光」は31.5%であった。

「光」単元についてだけ見ると、およそ3人に1人が難しいと回答したことになる。これは、従来の予定時間の枠を広げ、11時間での扱いとし、発展的内容も実験や話題として盛りこみ、ペーパーテストもいろいろな内容からの出題、また、少し応用力を問うような難易度の高い内容も出題したため、逆に「難しい」と感じてしまった生徒もいたのではないかと推察される。問題の中身も、像のできる位置を問う作図や説明による解答を増やしたことも関係していると思われる。

5 おわりに

平成16年度に文部科学省が実施した、「科学への学習意欲に関する実態調査」の結果より、学習内容が「よく分かる」「理解できている」という思いが、理科好きの生徒の育成につながるととらえて、「分かる理科」を目指した指導および評価の工夫・改善をこれまで研究してきた。

「分かる」、「理解できている」ことの理由として生徒が最も多く挙げていた、理科には「観察・実験があり、楽しく学習に取り組める」という面は、実に重要であるととらえなければならないだろう。反対に、観察・実験がまったく存在しない理科の授業を想像してみると学習内容の中心となる教材は、教科書、資料集などであろう。そして、これまで多くの科学者たちが、発見し、気づいてきた内容の事象を知識や思考を中心に、自分の頭で展開していくことが、学習過程の中心となろう。もちろん、教材の中には図や写真もあるのだが。さて、学習者には、それらの学習がいかなる形で受け止められるのだろうか。実際に、大学進学を目指した高等学校の普通科などでは、このような授業展開が未だに存在している。この場合、生徒自身が科学事象そのものの不思議さ、面白さを感じ取る他に、教師側の生徒へのアプローチとして大切なのは、話術やその人の人間性ではないかと想像される。また、そのような面が欠けていると仮定した場合、理科という教科そのものに興味のある生徒には、科学事象の不思議さ、面白さが受け止められても、もともと興味のなかった生徒にとっては、学習内容そのものが苦痛となる面も生じると考えられる。

このように考えていくと、小学生、中学生の理科の授業における「実験・観察」は、そのものが大きな意義を持つことになる。科学者と同じ気持ちになって共感し、自分の頭だけを使うのではなく、手や目や鼻などの五感または体全体を使って活動することを通して、真の科学の面白さに触れ

ることができる。また、自ら課題を持って取り組んだり、自ら考えてみようとする意欲もそこから生まれてきたりする。平成17年度に実施した理科に関するアンケートの回答の中に、「実験や観察によって自分の知らない事が分かるので、理科が好きである」「理科の実験は、成功したらいろいろな発見があって、失敗したときにその理由を考えるのもおもしろいので、理科は好きだ」とあったように、体を使った経験そのものが学習の理解に活かされる点は大きなメリットといえる。そして、時に、生徒の授業後の感想の中に、「実験をしてみたら、よく分かった」ということを目にする。教師にとって嬉しい感想である。つまり、興味・関心を持って物事に取り組んでみると、内容も自然と吸収できるものであるということである。そしてそれは、短期で忘れてしまうものではなく、長期の記憶へと発展していくものである。私たちが、興味のある趣味のことなどを自然に覚えてしまい、長い間よく覚えているのと共通している。

分かるための条件としては、授業の50分間だけの問題ではなく、基本的な生活習慣の確立や家庭学習の取り組みなどの充実を図ることも非常に重要であることもはっきりと分かった。学習の仕方に対する指導、学習に対して向かう気持ちの指導など工夫改善を試みた。このことについても、生徒を正面からしっかりと見つめ、今後もその場その場に応じた個々の生徒への指導を心がけたいと考える。

今回の研究は、生徒教師相互のより良い人間関係をベースとし、生徒一人一人を大切にしたい個に応じた指導及び評価のあり方の工夫改善が、よく分かるという生徒の肯定的な受けとめにつながり、さらに自らやってみようとする自己教育力の向上へと発展すると仮説設定し、授業実践した。また、仮説成立のための5つのキーワードを含む4つの条件として、①魅力ある、引きつける分かりやすい授業、②家庭学習の充実、③生徒個々の興味・関心のさらなる向上、④基本的な生活習慣の充実とトレーニングと継続的な取り組みを挙げた。多くの要素を含んだ研究となったため、全体的にポイントが十分に絞りきれなかった課題が残ると思われる。

今年度は、個に応じた指導及び評価のあり方の工夫改善を目指し、具体的な個々の生徒の指導事例を挙げながら、総括した。いずれにしても、魅力ある授業を構築していくことが子どもの学習を成立させ、理科学習のさらなる発展に寄与するものと考ええる。

引用文献

- 1) 小倉康：「科学への学習意欲に関する実態調査」p.1,国立教育政策研究所，2005
- 2) *ibid*,p.73,
- 3) *ibid*,p.83
- 4) *ibid*,p.74
- 5) 竹内敬人他：「理科1分野上」，新興出版社啓林館，2003
- 6) 竹内敬人他：「未来へひろがるサイエンス1分野上」，新興出版社啓林館，2006
- 7) 「平成18年度中学校理科カリキュラム作成資料」，新興出版社啓林館，2006
- 8) 文部科学省：「個に応じた指導に関する指導資料 - 発展的な学習や補充的な学習の推進 - (中学校理科編)」p.14,教育出版，2002
- 9) 奥井智久監修，角屋重樹編著：「新しい理科教育の理論と実践の方法」,p.119, 120,現代教育社，2003

10) 「平成14年度中学校理科観点別学習状況の評価基準」, 新興出版社啓林館

<http://www.shinko-keirin.co.jp/j-scie/index.htm>

(2008年2月20日受付, 2008年2月25日受理)