
研究論文

科学的な表現力の育成を図る中学校理科授業の実践研究
—採点規準表と話し合い活動の方略の工夫—

Practice Study of Junior High School Science Classes to
Improve Students' Power of Scientific Expression:
A Strategy Using a Marking Standard List and Activity

宮下 治^{1)*} 平井 祐太郎²⁾

Osamu MIYASHITA^{1)*} Yutarou HIRAI²⁾

Abstract

The authors developed a strategy for junior high school science classes to improve students' "power of scientific expression." As the strategy, we adopted a marking standard list and activity in a class. Students' power of scientific expression increased in the following ways: (1) Students were able to express their thoughts using the worksheets with a marking standard list. In addition, students learned to express themselves logically using appropriate scientific terms. (2) Students used scientific terms without hesitation and were able to give presentations using a whiteboard. In addition, students were able to express content such that others easily understood.

Key words

科学的な表現力、理科授業、採点規準表、話し合い活動

Power of Scientific Expression, Science Class, Marking Standard List, Activity

1. 問題の所在

1.1. 今日的な教育の課題

経済協力開発機構 (OECD) における国際学習到達度調査 (PISA) の結果から、日本の子どもには、「思考力・判断力・表現力等を問う読解力や記述式問題、知識・技能を活用する問

題に課題」があることが分かってきた (文部科学省, 2007)。

このことに対して、平成 20 年 1 月に出された中央教育審議会「答申」(中央教育審議会, 2008) では、上記の課題を踏まえ、「思考力・判断力・表現力等の育成」を基本的な考え方の

¹⁾ 順天堂大学 国際教養学部 (Email: o-miyashita@juntendo.ac.jp)

²⁾ 愛知県豊川市立萩小学校

* 責任著者: 宮下 治

[August 27, 2015 原稿受付] [January 8, 2016 掲載決定]

一つとして、学習指導要領の改善の方向性を示した。

こうした、日本の子どもたちの学力の状況を踏まえ、2006年（平成18年）12月には教育基本法が約60年ぶりに改正され、21世紀を切り拓く心豊かでたくましい日本人の育成を目指すという観点から、教育の新しい理念が定められた。

また、2007年（平成19年）6月には、学校教育法が一部改正され、学校教育法（第4章、小学校）第30条第2項として、『前項の場合においては、生涯にわたり学習する基盤が培われるよう、基礎的な知識及び技能を習得させるとともに、これらを活用して課題を解決するために必要な思考力、判断力、表現力その他の能力をはぐくみ、主体的に学習に取り組む態度を養うことに、特に意を用いなければならない。』が加えられた。つまり、(1)「基礎的な知識及び技能」、(2)「思考力、判断力、表現力」など、(3)「主体的に学習に取り組む態度」の重要性が明記されたのである。なお、第49条、第62条等の中学校や高等学校などにおいても、第30条第2項が準用されている。

学校教育法第30条第2項が法の改正により追加されたことは、極めて重要な意味をもっている。これまでは、このような内容については学習指導要領の総則に記されていた。しかし、平成20年度版の学習指導要領の改訂では、教育基本法や学校教育法の改正に基づいて成されているのである。つまり、法律に「格上げ」されたことにより、小・中・高・特別支援学校などにおいて、先の(1)～(3)を育成する重要性が一層高まったと言えるのである。

そのため、平成20年度版の学習指導要領では、基本的改訂の考え方3つのうち1つに、「知識・技能の習得と思考力・判断力・表現力等の育成のバランスを重視すること。」を挙げている。また、平成20年版「中学校学習指導要領解説理科編」（文部科学省、2008a）では、科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、

言語活動の充実を学習指導のポイントとして挙げている。

こうした改訂の趣旨を踏まえた現行の小学校学習指導要領（文部科学省、2008b）は2011年（平成23年）4月から全面実施され、中学校学習指導要領（文部科学省、2008c）は2012年（平成24年）4月から全面実施されている。

しかし、2012年4月に実施された「全国学力・学習状況調査の結果について（概要）」（国立教育政策研究所、2012a）では、「観察・実験の結果などを整理・分析した上で、解釈・考察し、説明することなどに課題がみられる」と述べている。特に、中学校理科では「実験の計画や考察等を検討し改善したことを、科学的な根拠を基に説明すること」や「実生活のある場面において、理科に関する基礎的・基本的な知識や技能を活用すること」に課題があるとされ、科学的な概念を使用して考えたり説明したりする「思考力・判断力・表現力」を高める授業づくりの必要性が求められた。

以上のことから、科学的な思考力・判断力・表現力の育成を図ることは、学校教育の理科教育において喫緊の課題であると言える。

そこで、本研究では、「科学的な思考力・判断力・表現力」のうち、特に、「科学的な表現力」の育成を中心に、中学校理科授業の具体的な方策について検証授業を通して提案することを目的とする。

1.2. 科学的な表現力とは何か

理科教育研究チーム（2010）は、「科学的な表現力を高めることで科学的な思考力も高まる。」と述べている。日置（2010）は「観察や実験の前に位置付く予想や仮説をもつ場面における指導の工夫改善は行われてきた。一方で観察・実験の後に位置づく結果から結論を導き出す場面における指導については工夫改善の余地が十分にある。このことから、観察・実験において結果を表やグラフに整理し、予想や仮説と関連づけながら考察を言語化し、表現すること

を一層重視することが今後ますます求められていく。」と述べている。また、猿田・中山 (2011) は、「観察や実験で知り得た情報を客観的に『結果』として記述し、それら『結果』を元の実験の現象や課題について『思考』し、その内容を論理的に『表現』することが考察である。つまり、理科の授業においては、思考と表現が一体となって育成されることが重要となる。」と述べている。さらに、飯塚 (2013) は、「科学的な思考力・表現力は科学的な思考によって考えたことを自分なりに整理して、言葉で説明したり、文章や図、絵などで表現したりする力である。」と述べている。

つまり、表現力を高めることで表現力と表裏一体となっている思考力も高まると考えることができる。

ところで、「科学的な表現力」について、三森 (2012) は、「適切な科学用語を用いて、論理に飛躍がなく結論が明確に表現されていること。」と述べている。河野 (2011) は、「観察や実験を通して感じたこと、思ったことを自分の言葉に置き換え表現することができるようにしたい。」と述べており、自分で考えたことを自分の言葉で表現することが重要であると考え。そして、日置他 (2010) は、「観察・実験において結果を図や表、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、表現することが一層求められる。」と述べている。つまり、生徒が自らの考えとして文字や記号だけでなく、イメージ図や立体的なモデルを用いて表現することも重要であると考え。さらに、角屋 (2013) は、「表現は、対象に働きかけて得た情報を目的に合わせた的確に表すことであるといえる。」と述べており、観察、実験を行い、その結果を目的や仮説をもとに整理する力を育成することが大切であると指摘している。

以上のことを踏まえて本研究では、「科学的な表現力」を、『自分の考えを目的や仮説をもとに適切な科学用語や図、グラフ、表を用いて論理的に表す力である。』と捉える。

2. 研究方法

2.1. 調査対象

愛知県公立 A 中学校第 2 学年 3 学級 (男子生徒 64 名、女子生徒 45 名の計 109 名)

2.2. 調査期間

2014 年 9 月中旬～2014 年 10 月

2.3. 研究方法

2.3.1. 生徒の実態調査の実施とその分析

検証授業の実施前と実施後に、生徒への質問紙法による実態調査を実施し、その分析を行う。

2.3.2. 授業の記録と分析

- (1) 毎時間授業後に行う生徒の授業振り返りシートの記述内容の分析
- (2) ワークシートやミニホワイトボードの記述内容の分析
- (3) ビデオによる授業記録とその分析
- (4) ボイスレコーダーによる「話し合い活動」の

場面における発話記録のプロトコル分析
なお、授業の様子を記録したり、生徒の記述内容等を活用したりして、中学校の理科授業の発展のための研究を行い、発表すること、並びに発表時には匿名性を確保することについては、事前に校長及び対象学級の全生徒に承諾を得ている。

3. 調査校の生徒の実態

生徒の実態を具体的に捉えるため、調査対象の A 中学校第 2 学年 3 学級 109 名 (男子生徒 64 名、女子生徒 45 名) を対象に、質問紙により検証授業前の 2014 年 9 月初旬に実態調査を実施した。調査校における生徒の実態調査結果を図 1 に示す。また、比較のために、2012 年 4 月に実施された「平成 24 年度全国学力・学習状況調査【中学校】報告書」(国立教育政策研究所, 2012b) に示されている数値についても併せて示す。

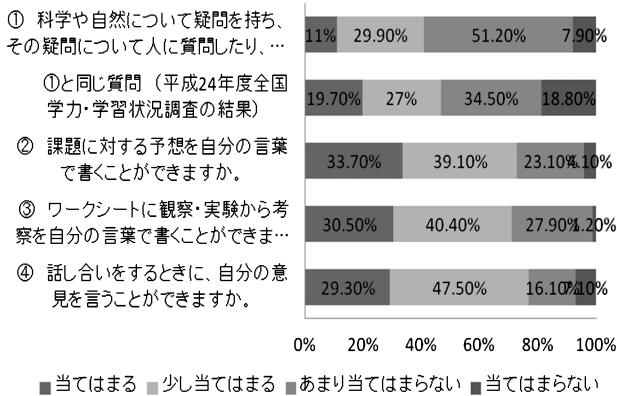


図 1. 調査前に行ったアンケート結果

3.1. 質問項目 1

「科学や自然について疑問を持ち、その疑問について人に質問したり、調べたりすることはありますか。」と質問をした。なお、この質問項目は、平成 24 年度全国学力・学習状況調査【中学校】と同じものを引用した。

その結果、「当てはまる」11.0%、「少し当てはまる」29.9%と、肯定的な回答は 40.9%であった。一方、「あまり当てはまらない」51.2%、「当てはまらない」7.9%と、否定的な回答は 59.1%であり、否定的な回答者の方が 18.2%上回っている。一方、平成 24 年度全国学力・学習状況調査の結果では、肯定的な回答は 46.7%、否定的な回答は 53.3%であった。

このことから、調査校の生徒は、全国の値よりも肯定的な回答をする生徒が 5.8%低いことが分かった。つまり、全国と比べて、理科授業において、科学や自然について疑問を持ち、その疑問について人に質問したり、調べたりすることがやや低い実態が明らかになった。

3.2. 質問項目 2

「課題に対する予想を自分の言葉で書くことができますか。」と質問をした。

その結果、「当てはまる」33.7%、「少し当てはまる」39.1%と、肯定的な回答は 72.8%であった。一方、「あまり当てはまらない」23.1%、「当てはまらない」4.1%と、否定的な回答は

27.2%であり、肯定的な回答者の方が 45.6%上回っている。

調査校の生徒は、課題に対する予想を自分の言葉で書くことができると多くが考えている実態が明らかになったと言える。

しかし、調査校の生徒の記述した理科ワークシートや理科ノートを見ると、予想を単語だけで答えていたり、その根拠を「何となく」など明確な根拠もなく書かれていたりすることが多くの生徒にみられた。つまり、生徒自身は書けると感じている一方で、実際には重要な部分まで記述することができない実態もみることができる。

3.3. 質問項目 3

「ワークシートに観察・実験から考察を自分の言葉で書くことができますか。」と質問をした。

その結果、「当てはまる」30.5%、「少し当てはまる」40.4%と、肯定的な回答は 70.9%であった。一方、「あまり当てはまらない」27.9%、「当てはまらない」1.2%と、否定的な回答は 29.1%であり、肯定的な回答者の方が 41.8%上回っている。

調査校の生徒は、観察・実験の考察を自分の言葉で書くことができると 7割以上が考えている実態が明らかになったと言える。

しかし、調査校の生徒の検証授業前の授業振り返りシートの記述内容をみると、「今日の授業は分かった」や「難しかった」など、記述内容に具体性が欠け、授業で学習した科学用語を活用していない生徒がみられた。つまり、書くことはできても具体的に何を書いたらよいか理解しておらず、自分の考えを記述していなかったり、文章構成ができていなかったりする実態もみることができる。

3.4. 質問項目 4

「話し合いをするときに、自分の意見を言うことができますか。」と質問をした。

その結果、「当てはまる」29.3%、「少し当て

はまる」47.5%と、肯定的な回答は76.8%であった。一方、「あまり当てはまらない」16.1%、「当てはまらない」7.1%と、否定的な回答は23.2%であり、肯定的な回答の方が53.6%上回っている。

調査校の生徒は、話し合いをするときに、自分の意見を言うことができると8割程度が考えている実態が明らかになったと言える。

しかし、調査校の生徒の検証授業前の「話し合い活動」をみると、グループの中で学力上位の生徒が一方的に話を進めてしまう場面があり、話し合いに参加できていない生徒がみられた。また、話し合いもただ話しているだけでグループでの意見をまとめるまではできないグループが多くみられた。

以上のことから、調査校の生徒たちは、予想や考察を自分の言葉で書いたり、話し合いの中で自分の意見を言ったりするなど科学的な表現をすることが概ねできていると考えている。しかし、実際の学習の状況を見ると生徒が考えているのとは異なる実態もあることが分かった。調査校の生徒に対して、科学的な表現力を育むことが重要である。

4. 理科授業方法の構想

—採点規準表と話し合い活動の方略の工夫—

4.1. 科学的な表現力を育む理科授業の構想

本研究では科学的な表現力を高めるために、採点規準を設けたワークシートと、ミニホワイト

ボードを用いた「話し合い活動」の二つの手立てを行うこととした。また、科学的な表現力を育む理科授業の構想を図2に示す。

4.1.1. ①導入：

返却されたワークシートの点数とコメントから自己課題を把握する段階。

4.1.2. ②授業中：

- ・採点規準表を設けたワークシートに文章構成や自己課題を意識して記述する段階。
- ・グループで「話し合い活動」を行い、考えをミニホワイトボードにまとめる段階。

4.1.3. ③授業の振り返り：

授業で学んだこと、考えたこと、疑問に思ったことをワークシートに定型文を意識して記述する段階。

これら①から③をスパイラル状に継続的に繰り返していくことにより、科学的な表現力を育んでいけるものとする。

4.2. 理科授業方法の工夫（その1）

—採点規準表における方略—

河田（2010）は、「理科の授業では、楽しい授業だけでなく、その活動を言語化し文字化することが必要である。実験が楽しいだけになってしまい、言語化と文字化を怠ると子どもたちはただ楽しかった記憶しか残らず、何のために実験を行ったのかわからなくなってしまう。テストは文字情報である。言語化と文字化をきちんと行っておけば、文字情報であるテストに対応できる。」と、授業中における記述することの必要性を述べている。

また、河田（2010）は児童の記述力を高めるために、ノートのみまとめ評定を行っている。これは、児童の書いたノートを10項目の「採点規準」で、各規準を1点で評価し、合計10点満点で評価するものである。なお、河田（2010）は、小学校の理科授業実践を通して、採点規準を用いたことで、ノートの書き方が向上し、学習意欲も向上したことを述べている。

本研究における採点規準は、河田（2010）の

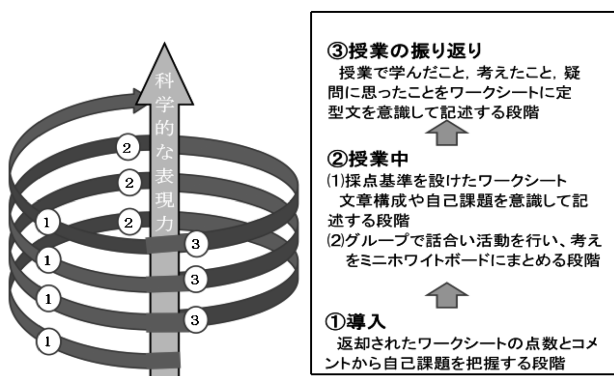


図2. 科学的な表現力を育む理科授業の構想

10項目を参考にし、それを調査校の生徒の実態や生徒に身に付けさせたい力を踏まえて7項目に変更し使用した。河田（2010）は小学生の書いたノートの記述をもとに10項目の採点規準表で評価したのに対し、本研究は中学生が書いたワークシートの記述をもとに7項目の採点規準表で評価した。中学校における評価規準表を用いた理科授業の実践はこれまでになかった。これらの点が本研究と河田（2010）との違いである。

学習内容を記したワークシートの裏側に、採点規準表を設けることで、生徒にとってワークシートへの記述内容に対する評価が受けやすくなるという効果が期待できる。さらに、採点規準表への採点と教師のコメントを書いたワークシートを必ず次の授業に返却することにした。

表1. ワークシートの裏面に記した採点規準表

10点満点（①、②、④、⑤、⑥を各1点、③を2点、⑦を3点）で採点を行います。	
採点規準としての項目	点数
① 本時の課題を書いているか。（1点）	
② 文字を丁寧に書いているか。（1点）	
③ 課題に対する予想を書いているか。（2点）	
④ 本時の重要語句を捉えているか。（1点）	
⑤ 観察・実験結果を書いているか。（1点）	
⑥ 本時で疑問に思ったことを書いているか。（1点）	
⑦ 振り返りで自分の考えを書いているか。（3点）	
合計点数	
先生からのコメント	

これは、生徒が自分の書いた内容を覚えているうちに返却されるため、ワークシートへの記述内容の課題が常に意識され、次の授業時間には、さらによい記述にしようという意欲につながるものとする。採点規準表における方略は、次の手順1～手順4で行った。

4.2.1. 【手順1】：採点規準を設ける

本研究では採点規準として7項目を設けた。具体的な採点規準表を表1に示す。

採点規準である7項目は、①本時の課題を書いているか。②文字を丁寧に書いているか。③課題に対する予想を書いているか。④本時の重要語句を捉えているか。⑤観察・実験結果を書いているか。⑥本時で疑問に思ったことを書いているか。⑦振り返りで自分の考えを書いているかである。①、②、④、⑤、⑥の項目は各1点とする。③は予想をただ書くだけでなく、文章構成や予想に対する根拠も書いているかを評価するため2点、⑦は科学用語を正しく用いることができているか、正しい文章が書けているか、本時の学習することを捉えているか、課題に対する自分の考えを書いているかを評価するため3点とする。

4.2.2. 【手順2】：採点規準表を記したワークシートに記述

裏面に採点規準表を記したワークシートを生徒に配布する。ワークシートに書かれた内容について、裏面の採点規準の各項目に基づいて、10点満点で採点を行うことを生徒に説明する。

採点規準である7項目について、生徒がワークシートに書きやすくするための工夫も取り入れた。

例えば、ワークシートのはじめには本時の課題を書く欄を設けている。本時の課題をあらかじめ教師側が示すのではなく、生徒自身に課題を書かせることで生徒の問題意識を高め、その授業に主体的に参加させることを重視した。

次に、本時の課題に対する予想を書かせる際は、生徒に論理的な文章を書かせるため定型文を示し、正しい書き方を意識させることとした。

また、2点満点である採点規準の項目③は、予想だけのときには1点、文章構成を意識して予想に対する根拠まで書いているときには2点とするようにした。さらに、予想を立てるのが難しい課題の場合には、考えやすくなるような視点を与えることにした。

学習の振り返りでは、定型文を示す文章構成を意識させて振り返りが書けるようにしている。3点満点である採点規準の項目⑦は、振り返りが一言だけのときには1点、自分の考えや疑問に感じたことが書き加えられているときには2点、さらに、本時での重要事項を捉え文章表現を意識して書けているときには3点とした。

4.2.3. 【手順3】：ワークシートの採点と朱書き

採点規準表(表1)の項目①～⑦を生徒の記述内容によって採点し、表の「点数」の欄に点数を書き込み、合計点数を書き入れる。

そして、生徒一人ひとりにどこをどのように書くとより点数が取れるかを「先生からのコメント」欄に書き入れる。例えば、課題に対する予想を書いているが根拠まで書いてなければ、「どうしてその予想になったのか、理由も書き入れよう。」などと朱書きをすることで、どこを意識して書けばよいのかが分かり、生徒一人ひとりが自己課題を把握できるようにする。

4.2.4. 【手順4】：前時のワークシートの返却と本時のワークシートの配布

手順3で示した「点数」と「先生からのコメント」が書かれたワークシートを次の授業の最初に返却し教師からのコメントを読ませることで、本時では特にどこを意識して書いたらよいかを具体的に理解させる。そして、本時で使用するワークシートを配布し、前時の課題を意識させた状態で本時のワークシートを記述させる。

4.3. 理科授業方法の工夫(その2)

－「話し合い活動」における方略－

一般的に、理科授業における児童・生徒同士

の「話し合い活動」の場面では、授業者が「話し合ってください」と指示を出し、授業の流れに従って話し合いが進む。しかし、それとは対照的に、児童・生徒が指示に戸惑い、顔を見合わせるだけでなかなか話し合いが進まなかったり、話し合いに参加する児童・生徒が限られて深まらなかったりするといった課題が見られることもある。

このような課題を克服するために、佐々・宮下(2014)は、小学校の理科授業において、ワークシート内に「コメントボックス」を設置し、グループ内の児童相互にワークシートを回覧しながら意見交流を深める工夫を行い、授業実践を通してその有効性を検証している。

本研究においては、予想、考察、まとめなどの場面において、グループごとのミニホワイトボードを用いた「話し合い活動」を設定し、主体的な言語活動を通して、科学的な表現力を高める理科授業の工夫を行った。「話し合い活動」における方略は、次の手順①～手順③で行った。

4.3.1. 【手順①】：各グループにミニホワイトボードの配布

ミニホワイトボードはA3判の画用紙をラミネートした物を使用する。この手作りのミニホワイトボードは安価に作成できるとともに、自由に書いたり消したりできることから、グループ内での「話し合い活動」も活発になることが期待できる。それに加え、黒、赤、青のミニホワイトボード用のイレーザ付きマーカーも一緒に配布する。裏面にはマグネットを貼り、グループごとに話し合ってまとめたミニホワイトボードを黒板に貼れるようにする。

4.3.2. 【手順②】：グループの考えをミニホワイトボードにまとめる

まずは生徒一人ひとりの考えをワークシートに明記させる。次に、配布したミニホワイトボードを用いて、グループで「話し合い活動」をさせ、話し合いでまとめた考えをミニホワイトボードに書いてまとめさせる。この際、黒板に貼ったときに全員が理解できるように分かりやすくまとめることを意識させる。

4.3.3. 【手順③】：ミニホワイトボードを黒板に貼り、教室全体での意見交流

各グループの考えをまとめたミニホワイトボードを黒板に貼る。このとき、ランダムに貼るのではなく、黒板をグループの数だけ事前に区画し、グループの座席の位置と黒板に貼ったミニホワイトボードの位置をそろえる。そうすることで、黒板に貼ってあるミニホワイトボードの位置で何グループかすぐに分かるようにする。

まず生徒全員に全てのグループの意見を読ませ、気付いたことや疑問に思ったこと、自分のグループの考えとの違いなどを考えさせる。次に、各グループの代表の生徒に発表をさせ、質問などに答える。全てのグループの発表と意見交流の後に、各自のワークシートに修正した考えを記述させる。最後に、教師による学習のまとめを行う。

5. 検証授業

5.1. 調査対象

愛知県公立 A 中学校第 2 学年 3 学級（男子生徒 64 名、女子生徒 45 名の計 109 名）

5.2. 調査期間 2014 年 9 月中旬～ 10 月

5.3. 授業単元名 「生命を維持するはたらき」

5.4. 単元目標

ヒトが生きていくために、体の中で何が起きているのかを様々な観察・実験を通して追求する。

5.5. 単元の指導計画

単元の学習指導計画を表 2 に示す。採点規準表を設けたワークシートと、「話し合い活動」時にミニホワイトボードを活用した授業実践は太字で示してある。

5.6. 検証授業の実際

学習指導計画（表 2）の第 9 時までには消化の

表 2. 単元の学習指導計画（全 11 時間）

時	学習内容
1	ヒトは酸素をどのように体内に取り入れて、どのように体外に出しているかを肺のモデルを用いて理解できる。
2	ヒトの呼吸のしくみと他の動物の呼吸のしくみはどのようになっているのかが理解できる。
3	動脈は酸素が多く含まれ、血管が厚いこと、静脈は二酸化炭素が多く含まれ、弁がついていることが理解できる。
4	メダカの毛細血管を血液はどのように流れているのかを、実際にメダカの顕微鏡観察を通して理解できる。
5	食物には何が含まれ、だ液は何をどのように消化しているのかをだ液の観察を通して理解できる。
6	食べ物は消化管を通して、消化器官によって分解、吸収させることが理解できる。
7	消化器官と消化酵素のつくりとはたらきについて理解し、どの臓器で何を消化するのか表にまとめることで理解できる。
8	消化酵素であるペプシンとアミラーゼはどの栄養素を消化させるのかを実験を通して理解できる。
9	消化された養分はどのように吸収・利用されるか理解できる。
10	どうして小腸は柔毛に覆われているのかを実際の豚の小腸を顕微鏡観察を通して理解できる。（検証授業）
11	草食動物と肉食動物はどうして小腸の長さが違うのかを考えることができる。

（第 4・5・8・10・11 時間目の授業は、採点規準表を設けたワークシートと、「話し合い活動」時にミニホワイトボードを活用する）

はたらきについて学び、消化酵素によって食物が消化され養分になることを理解している。第 10 時である本時では、消化された養分が消化管の中から体内に取り入れられる吸収というは

たらきを学ぶ。そこで、豚の小腸を実際に見せ、小腸の内側には小さな突起（柔毛）で覆われていることに気付かせる。そして、どうして柔毛で覆われているのかをグループで話し合い、ミニホワイトボードにまとめさせる。最後に各グループの考えを全体でまとめ、柔毛は表面積を大きくしより効率よく養分を吸収することができることを見出させる。

5.6.1. 採点規準表の効果

(1) 採点規準表の点数の変容

調査対象学級3学級（109名）全員のワークシートの記述に対する、評価規準表の点数の平均点の変容を図3に示す。評価規準表を用いての採点は、学習指導計画（表2）の第4・5・8・10・11時間目の授業内容5回分について実施した。

図3より、採点規準表を設けたワークシートを使用した1回目の授業実践（表2の学習指導計画の第4時）では平均点が6.4点／10点満点中、2回目（第5時）では6.6点、3回目（第8時）では7.6点、4回目（第10時）では8.3点、5回目（第11時）では8.2点であった。授業実践を行うにつれて平均点数が概ね伸びていったことが分かる。

採点規準表における、「③ 課題に対する予想を書いているか（2点満点）」と「⑦ 振り返りで自分の考えを書いているか（3点満点）」の項目における、生徒の得点の割合を図4に示す。

採点規準表における「③ 課題に対する予想を書いているか（2点満点）」の項目では、1回目（第4時）では平均点が1.34点だった。4回目（第10時）の検証授業では平均点が1.74点となり、0.40点増加した。図4をみると、2点を取った生徒の割合は、1回目（第4時）では48.3%だったのに対し、4回目（第10時）の検証授業では77.8%となり、29.5%増加した。このことから、文章構成を意識したり、自分の根拠をもって予想を書いたりする生徒が増加したことが分かる。

また、「⑦ 振り返りで自分の考えを書いて

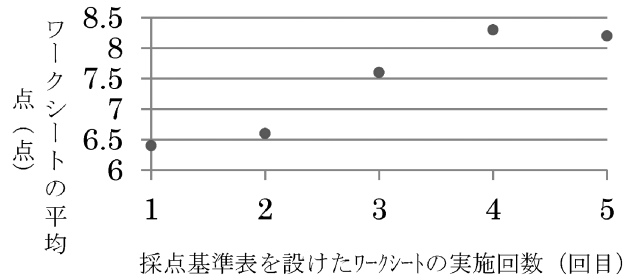


図3. 採点規準表の点数の変容

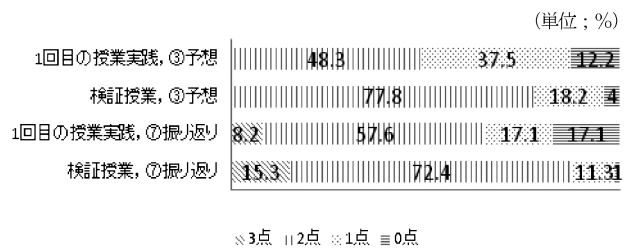


図4. ③予想、⑦振り返りの項目での点数の変容

いるか（3点満点）」の項目では、1回目（第4時）では平均点が1.57点だった。4回目（第10時）の検証授業では平均点が2.02点となり、0.45点増加した。図4をみると、3点を取った生徒の割合は、1回目（第4時）では8.2%だったのに対し、4回目（第10時）の検証授業では15.3%となり、7.1%増加した。また、2点を取った生徒の割合は、1回目（第4時）では57.6%だったのに対し、4回目（第10時）の検証授業では72.4%となり、14.8%増加した。これらのことから、科学用語を用いること、文章構成を意識すること、自分の考えを記述することを意識する生徒が増加したことが分かる。なお、同様な結果は5回目（第11時）でも得られたことを付記する。

(2) 科学用語使用の比較

採点規準表における、「③ 課題に対する予想を書いているか」と「⑦ 振り返りで自分の考えを書いているか」の項目に関するワークシートへの記述内容をもとに、科学用語を用いて書かれているかどうかについて、生徒の割合を比較した。その結果を図5に示す。

「③ 課題に対する予想を書いているか」の項

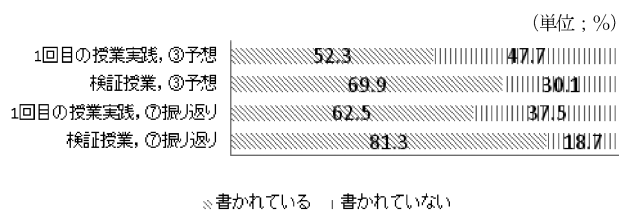


図5. ③予想、⑦振り返りにおける科学用語使用の生徒の割合の比較

目に関しては、1回目（第4時）で52.3%の生徒が科学用語を用いて予想を書き、4回目（第10時）の検証授業では69.9%の生徒が科学用語を用いて予想を書き、17.6%増加した。

「⑦ 振り返りで自分の考えを書いているか」の項目に関しては、1回目（第4時）で62.5%の生徒が科学用語を用いて振り返りを書き、4回目（第10時）の検証授業では81.3%の生徒が科学用語を用いて振り返りを書き、18.8%増加した。このことから、検証授業ではより科学用語を用いてワークシートに記述しようという生徒が増加したことが分かる。なお、同様な結果は5回目（第11時）でも得られたことを付記する。

(3) ワークシートの記述内容

表3は、生徒Bの調査前（2014年9月初旬）に行った「神経系」の授業時と検証授業（第10時）時のワークシートの「振り返り」欄に記述した内容を比較したものである。

調査前授業の振り返りでは、「神経系には、中枢神経と末しょう神経があって、末しょう神経は感覚神経と運動神経にわけられることが分かりました。」と、授業の中で学んだことを具体的に書いているにとどまっている。

一方、検証授業（第10時）の振り返りでは、「私は柔毛というひだが私たちの小腸の中にテニスコート分も付いていると知って本当に驚きました。この柔毛がたくさん付いている理由は、表面積を広げて養分を効率よく吸収するため、ということが分かりました。」と、学んだことを自分の考えとともに、科学用語を用いて書いている。また、「私は体の中で栄養分を吸収できるのは小腸しかないと思っているけど、本当

表3. 生徒Bの調査前授業と検証授業(第10時)の振り返りの記述内容

調査前授業	今日は、神経系には、中枢神経と末しょう神経があって、末しょう神経は感覚神経と運動神経にわけられることが分かりました。
検証授業(第10時)	<u>私は柔毛というひだが私たちの小腸の中にテニスコート分も付いていると知って本当に驚きました。この柔毛がたくさん付いている理由は、表面積を広げて養分を効率よく吸収するため、ということが分かりました。また、柔毛の中にもリンパ管と毛細血管があって、それぞれ吸収するものが違うというのを知りました。私は体の中で栄養分を吸収できるのは小腸しかないと思っているけど、本当にそうなのか調べたいです。</u>

にそうなのか調べたいです。」と、本時で学んだことから疑問点を見つけ、それを自分で調べてみたいと書いてあり、より発展的な学びにしたいという生徒Bの意欲が伺える。

第4時、第5時、第8時の3回、採点規準表による学習指導を継続した効果が表れた事例であると捉えることができる。

以上の、採点規準表の点数の変容、科学用語使用の比較、並びにワークシートの記述内容から、採点規準表を設けたワークシートを用いた理科授業は、詳細な評価活動を積み重ねていくことにより、科学用語を用いること、文章構成を意識すること、自分の考えを記述することを意識する生徒の増加につながり、生徒の表現力育成に効果があると捉えることができる。

5.6.2. ミニホワイトボードを用いた「話し合い活動」の効果

(1) ミニホワイトボードの記述内容

図6は、4回目（第10時）の検証授業にお

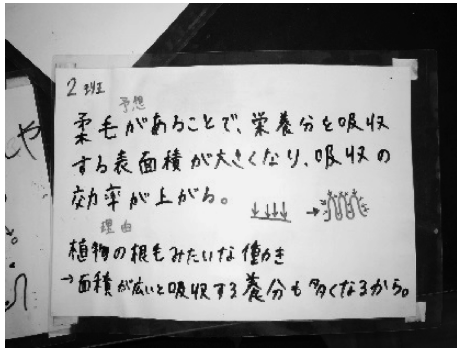


図 6. グループでまとめたミニホワイトボード

ける抽出グループの「話し合い活動」後のミニホワイトボードである。文章だけでなく絵を加えて誰が見ても分かるように説明しようとしていることが分かる。

全体の前で発表した際も、絵をもとに説明をしていたため、聞いていた生徒の中から「そういうことか」「すごく分かりやすい」などの声が上がった。また、予想と理由を分けて記述し、グループでの考えに根拠まで書かれているため、より説得力のある文章となっている。さらに、ミニホワイトボードマーカーの色も、絵の部分を青色、予想と理由を赤色、その他を黒色で書いており、見やすさも工夫されている。このように論理的な文章構成、並びに読み手を意識して見やすくなるように多くの工夫がなされていることが分かる。

図 7 は、4 回目（第 10 時）において、黒板に貼り出した全 9 グループのミニホワイトボードと授業の様子である。

絵を用いて説明したグループは全 9 グループのうち 3 つのグループで行われていた。予想だけでなく根拠も含めて書いたグループは 5 つのグループで行われていた。

ミニホワイトボードを 1 回目（第 4 時）に用いた「話し合い活動」での記述内容は、絵を用いて説明したグループはなく、根拠も含めて書いたグループは 2 つのグループにとどまっていた。それが 4 回目（第 10 時）には、記述内容を具体的により読み手を意識して書けるように



図 7. 黒板に貼った全グループのミニホワイトボードと授業の様子

なったグループが増加し、ミニホワイトボードを用いた「話し合い活動」の効果が表れてきた結果であると捉えることができる。

(2) 「話し合い活動」時の発話記録

表 4 は、4 回目（第 10 時）の検証授業におけるミニホワイトボードを用いた「話し合い活動」時の抽出したグループ（生徒 C・D・E・F）の発話記録を示したものである。この発話記録よりプロトコル分析を行い、「話し合い活動」における科学的な表現の深まりの検証を行った。なお、C～F は発話した生徒、アンダーライン・丸付き数字は分析上重要な発話を示す。

プロトコル分析の結果、抽出グループにおいては、生徒 F が司会役となって話し合いが進み、①、②、④、⑥、⑦の発話は、本時の課題（話し合いのテーマ）に対して、生徒（C・D・E・F）全員が自分の意見を表現していることが分かる。さらに、生徒全員が自分の考えを予想だけでなく根拠まで科学用語を用いて述べている。特に、①の「僕は、あのひだがあると、肺のときの肺胞と同じで、表面積が大きくなって、多くの栄養分を吸収できるからだと思います。」の発話は、前時までの学習を踏まえての発言であり、この後の「話し合い活動」を活発にするきっかけをつくったと捉えることができる。

生徒 C の③の発話は、前時までに学習したことを想起し、本時の話し合いと関連付けて話している場面である。前時に学習した肺胞の表面積の大きさがテニスコート一面分であることを想起し、本時と前時をつなげて考え、表現していることが分かる。

表 4. 「話し合い活動」時の発話記録

F : 誰から発表する？
 C : 誰からでもいいよ。
 F : じゃあ、Cから。
 C : 僕は、あのひだがあると、肺のときの肺胞と同じで、表面積が大きくなって、多くの栄養分を吸収できるからだと思います。①
 E : なるほど。
 F : 確かに、肺胞も表面積を大きくしてたよね。②
 C : 先生が表面積はテニスコート1面分とか言ってなかったけ？③
 F : 言ってたね。
 C : じゃあ、Fは？
 D : 俺は余分な栄養素を吸収しないため。④
 C : しないため？
 D : うん。
 C : どういうこと？
 D : あのひだがたくさんあることによって体に吸収しにくくなってると思った。違うかな。⑤
 C : わからん。合ってる可能性もあるでしょ。
 F : じゃあ、Eは
 E : 私もCと同じで、柔毛があることで、栄養分を吸収する表面積が大きくなり、吸収の効率が上がるからだと思いました。⑥
 D : 吸収できるからか。
 E : うん。C が言ったみたいに、肺胞と同じように表面積を広げて栄養素をたくさん吸収できるようにしていると思う。
 F : 私も同じで、柔毛がいっぱいついているから栄養素を吸収しやすい形になっていると思います。⑦
 C : いろんな意見でたね。
 F : じゃあ、誰が書く？ E書いて。
 E : え？私？ いいけど。
 E : 予想は、、、吸収しやすいっていうのと、しないっていうのがあったけど、どっち？⑧
 C : するじゃない？
 D : するだと思っ。みんなの意見聞いてたら吸収しやすくなるのが正しいと思ってきた。⑨
 E : じゃあ、柔毛があることで、栄養分を吸収する表面積が大きくなり、吸収の効率が上がるから。でいい？⑩

C : いいよ。
 C : (Eのワークシートを見ながら) Eの絵、分かりやすくない？これも書こう。⑪
 E : ええ？ うん。こんな感じ？
 F : もう少し大きく書いた方が分かりやすくない？⑫
 E : 分かった。これはどう？
 C : いいねえ。めっちゃ分かりやすい。
 F : でも肺胞や小腸も知っているようで知らない事ばかりだし、すごくない？⑬
 C : 確かにすごいね。焼肉屋とかで豚の小腸であるホルモン見てたけど、柔毛がついているの全然気がつかなかった。⑭
 D : うん。今度焼肉屋行ったら見てみよ。⑮
 (以下省略)

生徒Dは、普段なかなか自分の意見を表出することができないが、この「話し合い活動」では、⑤のように、「あのひだがたくさんあることによって体に吸収しにくくなってると思った。」と、前に発言した生徒とは違う自分の意見をグループの中で表現することができていることが分かる。

⑧、⑩の発話は、生徒Eが様々な意見からグループでの考えをまとめようとしている場面である。様々な意見から二つの意見にまとめ、そのどちらがグループでの考えにふさわしいかを他の生徒と一緒に考えようとしていることが分かる。

⑨の発話は、生徒Dが他の生徒の意見から、新しい考えになった場面である。生徒Dはこれまで他の生徒と違う考えをもっていたが、「話し合い活動」を進める過程で他の生徒の意見に賛同し、新しい考えを構築していることが分かる。

⑪、⑫の発話は、ミニホワイトボードにまとめる際、文章だけでなく絵も用いて書こうとしている場面である。このように、他の生徒により分かりやすく表現しようという意識をもってミニホワイトボードにまとめていることが分かる。

⑬、⑭、⑮の発話は、授業で学習した身体の

仕組みに興味を持ち、さらにこれまでの生活場面と照らし合わせて話し合っている場面である。授業で学んだこととこれまでの生活を結びつけて考え、授業で学んだことをこれからの生活に活かそうとしていることが分かる。

以上の、ミニホワイトボードの記述内容、並びに「話し合い活動」時の発話記録から、ミニホワイトボードを用いた「話し合い活動」を取り入れた理科授業は、グループ内における話し合いを活発にさせ、自分の考えをしっかりと表現するとともに、文章だけでなく絵なども用いて、他の生徒により分かりやすく表現しようという意識も高めることができ、生徒の表現力育成に効果があると捉えることができる。

6. 考察 — 検証授業前と後における生徒の意識の比較を踏まえて —

採点規準表を設けたワークシートと、ミニホワイトボードを用いた「話し合い活動」を取り入れた理科授業は、科学的な表現力が向上したのかを判断するために、質問紙により検証授業前の2014年9月初旬と、検証授業後の2014年10月に、3学級(109名)を対象に意識調査を実施し、双方の結果を比較した。表5に、検証授業前と後の生徒の意識調査の結果を示す。

6.1. 採点規準表を設けたワークシートについて

6.1.1. 質問項目1

「振り返りを書くときに、授業で習った語句を使おうとしていますか。」の質問に対して、検証授業前では「当てはまる」、「少し当てはまる」を合わせた肯定的な回答をした生徒が79.7%であったのに対し、検証授業後では92.4%となり、12.7%増加した。このことから、科学用語を使おうとする生徒が増加したことが分かる。

6.1.2. 質問項目2

「振り返りを書くときに、文章構成を意識していますか。」の質問に対して、検証授業前では肯定的な回答をした生徒が70.6%であったの

表5. 検証授業前と後の生徒の意識調査の結果

質問項目	当てはまる	少し当てはまる	あまり当てはまらない	当てはまらない
振り返りを書くときに、授業で習った語句を使おうとしていますか。(授業前)	24.3	55.4	15.3	5.0
同上 (授業後)	53.4	39.0	6.6	1.0
振り返りを書くときに、文章構成を意識していますか。(授業前)	16.1	54.5	24.8	4.6
同上 (授業後)	28.8	54.9	14.0	2.3
話し合いをするときにミニホワイトボードがあった方がグループでの考えをまとめやすいですか。	54.8	38.6	3.4	3.2

(単位；%)

に対し、検証授業後では83.7%となり、13.1%増加した。このことから、論理的な文章を書こうとする生徒が増加したことが分かる。

ワークシートの「振り返り」欄では、検証授業実施前までは、本時の授業の感想を一言しか書かない生徒が多くいた。採点規準表による方略を重ねて行ったことで、本時の授業で学んだことに加えて自分の考えや疑問をも書けるようになった生徒が増加したと言える。加えて、振り返りにおいて学んだことを説明する際に絵などを描いて説明する生徒も増加した。

これらのことから、生徒たちの多くは自分の考えをもち、目的や仮説をもとに適切な科学用語や絵などを用いて論理的に表現することができるようになったと言える。つまり、科学的な表現力が向上したことが明らかになった。

6.2. ミニホワイトボードを用いた「話し合い活動」について

質問項目3の「話し合いをするときにミニホワイトボードがあった方がグループでの考えをまとめやすいですか。」の質問に対して、検証授業後では肯定的な回答をした生徒が93.4%であった。

このことから、ミニホワイトボードを用いることでグループでの考えをまとめやすいと感じる生徒が多かったことが分かる。これは、ミニホワイトボードに書かれたことをもとに話し合うことができるため、理解が十分でない生徒も書かれていることに対して話すことができるなど、どの生徒も話し合いに参加し、自分の考えを科学用語を用いて述べることができるようになったためであると考えられる。また、グループの考えを一つにまとめるという共通の目標があるため、グループで協力して話し合い、よりよい考えを引き出そうとし、その結果ミニホワイトボードには絵を書いたり色を分けて書いたりグループによって様々な表現の工夫がみられるようになったと言える。

全体で意見を発表する際もミニホワイトボードをもとに発表するため、聞く側の生徒も理解しやすく、発表側の生徒も具体的に分かりやすく説明できるようになった。これらのことから多くの生徒が自分の考えをもち、その考えをグループの中や全体で発表できるようになった。さらに、ミニホワイトボードに誰が見ても分かるようにまとめることができるようになり、記述力も向上した。これらのことから、自分の考えをもち、科学用語や図を用いて表現することができるようになり、科学的な表現力の向上にも役立ったことが明らかになった。

7. 研究のまとめ

筆者らは、「科学的な表現力」を育むことのできる中学校理科授業の具体的な方略について研究を行った。その方略として、採点規準表と「話し合い活動」を授業の中に取り入れた。

採点規準表における方略は、次の手順1～手順4で行った。

【手順1】：採点規準としての項目を設ける。

【手順2】：裏面に採点規準表を記したワークシートを生徒に配布する。ワークシートに書かれた内容について、裏面の採点規準の各項目に基づいて、10点満点で採点を行うことを生徒に説明する。

【手順3】：採点規準表の各項目について、生徒の記述内容によって採点し、表の「点数」の欄に点数を書き込み、合計点数を書き入れる。

【手順4】：「点数」と「先生からのコメント」の書かれたワークシートを次の授業の最初に返却し教師からのコメントを読ませる。このことで、本時では特にどこを意識して書いたらよいかを具体的に理解させる。

また、「話し合い活動」における方略は、次の手順①～手順③で行った。

【手順①】：ミニホワイトボードはA3判の画用紙をラミネートした物を準備、配布する。加えて、黒と赤のミニホワイトボード用のレーザー付きマーカーも一緒に配布する。

【手順②】：まずは生徒一人ひとりの考えをワークシートに明記させる。次に、配布したミニホワイトボードを用いて、グループで「話し合い活動」をさせ、話し合いでまとめた考えをミニホワイトボードに書いてまとめさせる。

【手順③】：各グループの考えをまとめたミニホワイトボードを黒板に貼る。各グループの代表の生徒に発表をさせ、質問などに答える。意見交流の後に、各自のワークシートに修正した考えを記述させる。

二つの方略の工夫によって行った検証授業を通して、以下のように、生徒に科学的な表現力が育めることが明らかとなった。

(1) 採点規準表を設けたワークシートを用いたことにより、生徒たちは自分の考えをもつことができ、適切な科学用語や絵などを用いて論理的に表現することができるようになった。

- (2) ミニホワイトボードを用いた「話し合い活動」を行うことにより、積極的に科学用語を用いて話し合いが行われたり、誰が見ても分かるように記述内容を工夫したりすることができるようになった。

付記

本研究は、筆者の一人である平井が、愛知教育大学大学院教育実践研究科（教職大学院）において、宮下の指導により研究をした成果の一部をもとに、新たに書き加えたものである。

引用文献

- 日置光久 (2010). 『新任教師のための小学校理科ノート指導モデル例 47』, 明治図書.
- 日置光久・村山哲哉・全小理石川大会実行委員会(2010). 『「見えないきまりや法則」を「見える化」する理科授業』, 明治図書.
- 飯塚孝康 (2013). 「科学的な思考力・表現力を高める理科指導の工夫」, 『群馬県教育センター長期研修員研究報告書』 249 集, 1-16 頁.
- 角屋重樹 (2013). 『理科における「思考・判断・表現」の評価のあり方Ⅱ』, 日本教材文化研究財団.
- 河野太朗 (2011). 「言語活動の充実を図り科学的な思考力・表現力を育てる研究」, 『山梨県総合教育センター一般留学生研究報告書』平成 22 年度, 1-38 頁.
- 河田孝文(2010). 『理科は河田式ノートで勝負』, 明治図書.
- 国立教育政策研究所 (2012a). 「平成 24 年度全国学力・学習状況調査の結果について (概要)」, 『全国学力・学習状況調査報告書・集計結果について』平成 24 年度, 1-2 頁.

- 国立教育政策研究所 (2012b). 「平成 24 年度全国学力・学習状況調査【中学校】報告書」, 『全国学力・学習状況調査報告書・集計結果について』平成 24 年度, 1-449 頁.
- 三森克人 (2012). 「高等学校理科・生物における科学的な表現力を高める指導方法の工夫」, 『山梨県総合教育センター研究紀要』平成 23 年度, 1-12 頁.
- 文部科学省 (2007). 「OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA) 2006 年調査国際結果の要約—OECD 生徒の学習到達度調査(PISA2006)—」, 1-15 頁.
- 文部科学省 (2008a). 『中学校学習指導要領解説 理科編』, 大日本図書.
- 文部科学省 (2008b). 『小学校学習指導要領』, 東京書籍.
- 文部科学省 (2008c). 『中学校学習指導要領』, 東山書房.
- 理科教育研究チーム (2010). 「表現力と思考力の向上を目指した理科学習指導に関する実証的研究」, 『和歌山県教育センター学びの丘研究紀要』平成 21 年度, 1-27 頁.
- 佐々 恵・宮下 治 (2014). 『「推論する力」を育む小学校理科授業の構成—学習シートにおける『コメントボックス』の活用—」, 『理科教育学研究』第 55 巻, 第 2 号, 181-190 頁, 日本理科教育学会.
- 猿田祐嗣・中山 迅 (2011). 『思考と表現を一体化させる理科授業』, 東洋館出版社.
- 中央教育審議会 (2008). 『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等の改善について (答申)』, 文部科学省.