

生徒の科学的表現力を育む理科指導の工夫 —実験レポート作成の指導を中心に—

教育実践力高度化コース

17AD015

古谷由仁穂

【指導教員】 小倉康 上園竜之介 近藤一史

【キーワード】 科学的表現力 実験レポート 評価 定型文

I. 問題の所在と研究の背景

日本の子どもたちの学力については、国内外の学力調査の結果によれば近年改善傾向にあり、国際教育到達度評価学会（IEA）が平成 27 年に実施した国際数学・理科教育動向調査（TIMSS2015）や経済協力開発機構（OECD）が平成 27 年に実施した生徒の学習到達度調査（PISA2015）において、国際的に上位となっている。その一方で、判断の根拠や理由を明確に示しながら自分の考えを述べたり、実験結果を分析して解釈・考察し説明したりすることなどについて課題が指摘されており、未知の状況にも対応できる「思考力・判断力・表現力等」の育成が求められている。平成 29 年改訂の学習指導要領を受けて作成された中学校学習指導要領解説理科編（文部科学省, 2017）においては、思考力・判断力・表現力等を育成するにあたっては、平成 20 年の改訂と同様に、レポートの作成や発表を適宜行うことの大切さが述べられている。英国では、中等教育修了資格試験である GCSE 等で実験レポートの評価が行われてきたのに対し、日本では実験レポート作成の指導法、評価法が確立していない状況である（小倉, 2004）。

こうした中で、松原（1997）は実験レポートの「結果」と「考察」について定型文を与えて記述させる指導法を開発した。「結果」の定型文は「a をしたら、b になった。」であり、a には実験操作が、b には観察した結果（事実）が入る。「考察」の定型文は「c から、d と考えた。その理由は e だからである。」であり、c には結果が、d には結論が、e には結果と結論を結びつける根拠が入る。

平賀（2004）は「目的」、「実験計画」、「実験方法」、「結果」、「考察」の 5 項目で構成されたレポートの指導法および評価法について考案した。レポート作成に関する指導については、プリントを用いながら、「結果」は事実であり、「考察」は考えであること説明した。また、説明のみでは不十分と考え、松原（1997）の考案した「結果」、「考察」の定型文に加え、「実験

計画」についても「〈見通し（計画）〉を行う。その理由は〈理由〉だからである。」といった定型文をプリントに提示した。平賀（2004）の研究により、実験計画の定型文を提示することによって、見通しを立てる際の理由付けのレベルがより高次なものになることが示唆された。

一方で、松浦（2011）は、記述の仕方を定式化する定型文を提示する指導は記述量や文章構成についての向上が見られるが、結果の記述を充実させたり、予想や結果に基づく考察を記述したりすることについては依然として課題があることを指摘した。こうした科学的な思考力と密接にかかわる記述については、さらに丁寧な指導を継続的に行っていく必要があるといえる。

考察の記述の仕方を理解させる指導方法の研究を行った鮫島・清水（2015）は、考察を記述する能力の育成には、記述の仕方を定式化する定型文を用いての指導よりも、生徒に考察の記述に必要な要素を考えさせ、必要な要素が自身の記述にあるかを確認し理解させていく指導のほうが有効であることを示唆した。さらに、各要素についての記述内容を十分なものにするためには、さらなる改善の余地があると述べている。

II. 研究目的

これらの先行研究をふまえ、生徒に科学的な表現とは何かを理解させ、継続的に指導することができる実験レポート作成の指導法を開発し、生徒の科学的表現力を育成することを本研究の目的とする。この研究を達成するため、まずは中学校段階の生徒の科学的表現力の実態を理解する必要がある。そこで、実地研究 I の機会を活かして中学生の科学的表現力の実態を把握することとした。

III - I. 実験レポート作成指導の方針の検討

埼玉大学教育学部附属中学校（以下附属中学校）では、結果・考察を記述する際に理科部共通の定型文を使用しており、3 年間を通して論理的な記述ができるように指導している。2017 年 6 月にレポート作成の指導を 2 回行った。

(1) 対象

附属中学校第1学年の男子21名、女子21名、計42名を対象とした。

(2) レポート作成の指導について

「身の回りの物質」の単元より、「金属と非金属」と「白い粉末」において2017年6月1日、15日にレポート作成の指導を行った。1回目は事前指導として、附属中学校理科部共通の手引書や教科書（岡村定矩他, 2015）をもとに理科部の指導方針に合わせたレポートの書き方を説明し、レポートを作成させた。1回目で作成したレポートについて、事前指導の説明に基づいて記述添削を行い、それを参考に2回目のレポート作成に取り組みさせた。さらに、2回目のレポート作成の際には、「結果」と「考察」について図1の「レ

ポートの点検表」の5つの観点をを用いて生徒同士でレポートの添削を行わせた。なお、5つの観点とは、「①実験からわかる事実だけを結果に記述しているか、②

点検者氏名()		項目	チェック
結果	①	自分の考えや感想を入れずに、実験からわかる事実だけが具体的に書かれているか。(色やにおいなどの状態や変化の様子など)	<input checked="" type="checkbox"/>
	②	操作を行った順番通りに書かれているか。	<input checked="" type="checkbox"/>
考察	③	実験の目的に照らし合わせ、結果から判断できることを自分なりに考え、根拠をもって主張できているか。	<input checked="" type="checkbox"/>
	④	信頼度の高いものから優先順位を考え、複数の根拠を並べることができているか。	<input checked="" type="checkbox"/>
全体	⑤	文章は誤りがなく、読みやすい長さで表現ができているか。	<input checked="" type="checkbox"/>

◎一よくできている ○一できている △一もう少し

【コメント】

図1 レポートの点検表

表1 結果の評価基準(実験に関する技能)と記述例

	評価基準	記述例
A	事実に客観的な実験結果が詳細に記述されている。	【生徒 Y・M】 水に溶かすと、ゆっくり溶けた。粉末をとかした水溶液に BTB 溶液を入れたら、緑色から青色に変色した。粉末を加熱したら、序々にきつね色からこげ茶色と変色し、それから十円玉くらいの大きさで、高さ約 5 mm 位にふくれ上がった。ふくれたものは、上の方はおうど色、下の方はこげ茶色だった。しばらくすると、小さな穴がいくつかあいた。また、少し甘いにおいがした。
B	事実に客観的な実験結果が記述できている。	【生徒 M・O】 燃やすと、茶色い固体に変化した。溶かすと、何も残らず溶けた。BTB 溶液を 2 滴入れると、黄色に変化した。
C	事実に客観的な結果が記述できていない。	【生徒 N・I】 黒くこげた。少し甘い臭いがした。水にとけこんでいった。黄色に変化(酸性)。

表2 考察の評価基準(科学的な思考・表現)と記述例

	評価基準	記述例
A(十分に満足)	<ul style="list-style-type: none"> 結果と考察を書き分けられている。 すべての結果について考察し、信頼度の高い情報から順に書くことができている。 性質の違いに着目して物質を特定し、実験結果を根拠として客観性をもった説明ができている。 	以上の結果から、ミステリーパウダーAは砂糖とクエン酸が混ざった粉末であると考えられる。理由は以下の通りである。ミステリーパウダーAの水溶液に BTB 溶液を数滴滴下すると緑色から黄色に変化し、酸性であることがわかった。これより水溶液が酸性を示す性質があるクエン酸であるといえる。さらに、ミステリーパウダーAをアルミカップに入れてガスコンロで加熱すると、甘い香りがし、茶色の液体になったあとに黒い塊となった。観察されたこれらのことは砂糖の性質に当てはまるため、砂糖が含まれていることが分かる。また、水にミステリーパウダーAを溶かすと少し溶け残ったのは、水にとけやすい砂糖だけが完全に溶け、少し溶けにくいクエン酸が溶け残ったと考えられる。
B(おおむね満足)	<ul style="list-style-type: none"> 結果と考察が書き分けられている。 性質の違いに着目して物質を特定し、実験結果を根拠として説明できている。 	【生徒 M.T.】 以上の結果から、ミステリーパウダーは砂糖と重そうだと考えた。理由は以下の通りである。 1つ目は、BTB 溶液が青色に反応したということ。青色に変化したということで、アルカリ性の粉末だと分かる。 2つ目は、ミステリーパウダーを熱すると茶色になってふくらんだということ。茶色くなったのは砂糖、ふくらんだのは重そうと考えられる。
C(努力を要する)	<ul style="list-style-type: none"> 結果と考察を書き分けられていない。 性質の違いに着目して物質を特定し、実験結果を根拠として説明できていない。 	【生徒 N.I.】 僕はAは砂糖・クエン酸 Bが重そうと考えた。理由は以下の通りである。 ・Aは燃え方と溶け方が砂糖と同じ ・Aは BTB 溶液の変化がクエン酸と同じ ・Bは燃え方・溶け方・BTB 溶液の変化がすべて同じだからAは砂糖・クエン酸、Bは重そうと考えた。

操作を行った順に結果を記述しているか、③結果から考えたことを根拠をもって主張しているか、④信頼度の高いものから順に複数の根拠を並べているか、⑤日本語として適切であるか」である。

(3) 評価と分析

レポートの記述のうち、「考察」と「結果」の記述について、「結果」の記述における図表の使用について評価ごとに調査した。表については「文章のみ」「文章+表」「表のみ」の3つに、図については「文章のみ」「図+説明」「図の説明なし」の3つに生徒を分類し、レポートの到達度と図表の使用の関係性を検討した。

さらに、「考察」は表1に、「結果」は表2に示す評価基準で評価を行った。B評価、C評価について、基準に達しなかった要因を調査した。

III-II. 結果

(1) 「結果」の記述について

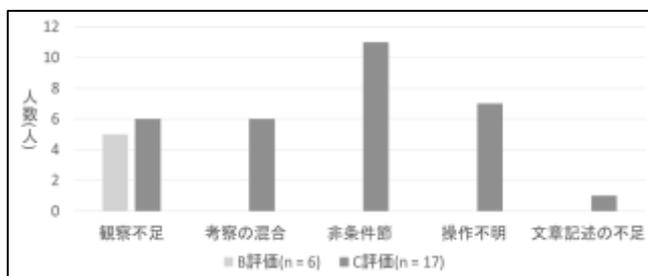


図2 結果における記述の問題点とその人数

生徒から提出された40名分のレポートについて評価を行ったところ、A評価は17名、B評価は6名、C評価は17名であった。

B評価、C評価における基準に達しなかった要因を問題点とし、その種類と人数について図2に示した。記述内容が少なく、観察不足であると判断できる文はB評価で5名、C評価で6名であった。また、C評価において、考察が結果の欄に書かれている考察の混合は6名、結果をひとつの事実としてではなくパターン化して表現していると判断される非条件節の文は11名、操作を書いておらず何をした結果なのかかわからない操作不明が7名、文章で説明すべきところを絵に頼っている文章記述の不足が1名であった。

(2) 図表の使用について

生徒の表の使用について図3に示した。A評価の生徒の76%が「文章のみ」、24%が「文章+表」であり、「表のみ」は0%であった。B評価の生徒の33%が「文章のみ」、50%が「文章+表」であり、17%が「表のみ」であった。C評価の生徒の53%が「文章のみ」、18%が「文章+表」であり、29%が「表のみ」であった。

また、生徒の図の使用について、A評価の生徒の

70%が「文章のみ」、12%が「図+説明」、18%が「図の説明なし」であった。B評価の生徒の67%が「文章のみ」、16%が「図+説明」、17%が「図の説明なし」であった。C評価の生徒の64%が「文章のみ」、14%が「図+説明」、22%が「図の説明なし」であった。

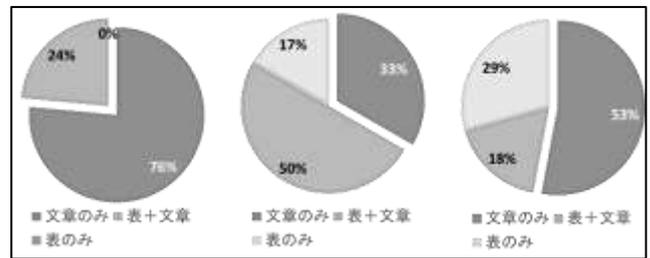


図3 表の使用率(A: n=17, B: n=6, C: n=17)

(3) 「考察」の記述について

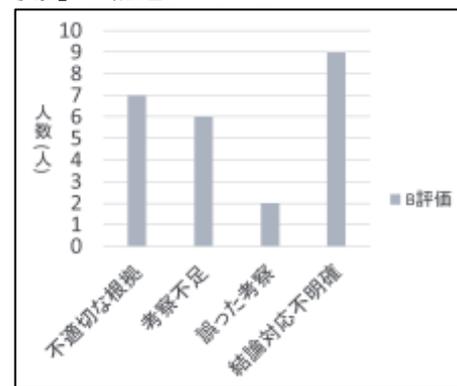


図4 問題点とその人数 (B評価, n=27)

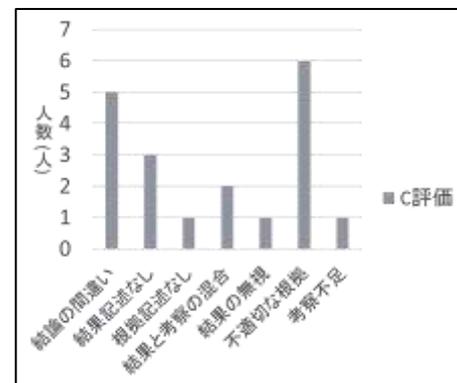


図5 問題点とその人数 (C評価, n=10)

生徒から提出された40名分のレポートについて評価を行ったところ、A評価は0名、B評価は27名、C評価は10名であった。3名について記述が不鮮明なため評価できなかった。

B評価における問題とその人数について図4に示した。不適切な根拠と判断された文は7名で見られ、前時の実験で扱っていない物質の特徴を根拠としている場合が多かった。「BTB溶液を入れたら、黄色に変化したから」など、結論と結果を結びつける根拠がない6名が考察不足であり、2名が誤った考察をしていた。結論対応不明確と判断された文は、2つある結論のうち、どちらと結論付けるのに使われているのが記述されていないものであった。

また、C評価における問題とその人数について図5

に示した。5名の生徒に結論の間違が見られ、3名が理由となる結果を記述していなかった。1名が根拠のない主張をしており、2名が結果と考察を分けて記述することができなかった。また、1名が結果で記述した内容を無視して考察をしており、不適切な根拠を用いた生徒が6名、考察不足であったのが1名であった。

Ⅲ-Ⅲ. 考察

(1) 「結果」の記述について

1) 生徒40名のうち17名が十分に満足できるA評価であったことから、定型文を提示する指導が有効であったといえる。一方で、C評価であった生徒のうち、非条件節の11名や操作不明の7名については、1か月ほどの定型文の提示による指導では記述方法を定着することができておらず、継続的に指導をしていく必要があるといえる。

2) 生徒40名のうち考察の混がみられた生徒が6名みられたことから、結果と考察の区別がつかない部分がある生徒がいるといえる。特に、BTB溶液による液性の判断など、生徒がもつ科学的知識と視覚的に得られた情報が強く結び付けられている場合について記述に誤りが多く、さらなる指導の工夫が必要であるといえる。

3) 生徒40名のうち11名で観察不足と判断できる文がみられたことから、二つの要因が関係していることが推測できる。一つは一定数の生徒が多面的に観察することの難しさをもっていること、もう一つは観察したことを言葉で表すことの難しさをもっていることである。文章記述が不足していた1名の生徒についても後者の原因があると考えられる。

(2) 図表の使用について

1) A評価では76%の生徒が表を使わず文章のみで結果を記述していたのに対し、B評価では33%、C評価では53%であった。今回のレポートについては、文章のみで結果を記述するのが適している課題であった。このことから、科学的に結果を記述することができる生徒の方が実験結果をまとめるために表を使うことがふさわしいかどうかを正しく判断することができるといえる。一方で、B評価、C評価には表を用いて結果を記述した生徒がそれぞれ67%、47%いることから、表を使うと他の人が読んだときにわかりやすくなると生徒が考えているのではないかと考えられる。

2) 図の使用については、A評価、B評価、C評価ともに70%、67%、64%が図を使用することなく文章のみで記述しており、評価ごとの特徴は特にみられなかった。これは、定型文を提示する指導によって文章で記述する必要性を生徒が理解し、習慣化された結果ではないかと考えられる。

(3) 「考察」の記述について

1) 生徒37名のうち27名がおおむね満足できるとされるB評価であったことから、定型文を提示する指導の仕方に一定の効果があったといえる。生徒は定型文を提示されることにより、考察に必要な要素を理解し、整った文章を記述することができたと考えられる。反対に、C評価となった生徒については定型文の提示だけでは考察に必要な要素を理解することができず、鮫島ら(2015)が行った生徒に考察の記述に必要な要素を考えさせ、必要と考える要素が自身の記述にあるかを確認し理解させていく指導が適しているのではないかと考える。

2) 考察の記述において、37名の生徒のうち、9名が結論との対応が不明確とされたことについては、生徒が忠実に定型文通りの記述を行ったため、結論が2つあるにも関わらず、対応した記述ができなかったと考えられる。また、5名が結論を間違い、1名が結果を無視していたことに関して、生徒が自分の主張にそぐわない結果は実験に失敗したと判断し、記述しないようにしていたのではないかと考える。自分の主張にそぐわない結果を得たとしても、それについて考察させていけば違った結論にたどり着いていた可能性もある。また、定型文は結論を直接支持する結果や根拠を記述するようになっているが、実験結果のすべてがそれに当てはまるとは限らない。このように、さらに高いレベルの考察をしていくには、定型文を提示する指導ではカバーしきれない部分があるといえる。

3) 37名のうち不適切な根拠を用いた生徒が13名、考察不足の生徒が6名、誤った考察を行った生徒が2名みられたことから、定型文を提示する指導により結論、結果、根拠の考察に必要な各要素を満たすことができても、それらの記述内容を十分に作るまでにはならないことが示唆された。この結果は、考察に必要な各要素についての記述内容を十分なものにするためには、さらなる指導の改善が必要であるという鮫島ら(2015)の知見を支持するものであったといえる。

Ⅳ. 研究仮説

以上のことから、生徒の科学的表現力を高める指導の要点として以下の4点が導かれた。

1. 実験結果として得られた視覚的情報と生徒が記憶としてもつ科学的知識を生徒自身が区別できるように指導すること
2. 生徒が多面的に観察し、結果を記述することができるように指導すること
3. 図表の効果的な使い方を生徒が理解できるように教材を開発すること
4. 考察に必要な要素を生徒が確実に理解し、その要素の記述内容をさらに充実させられるように指導すること

これらのうち、特に1と4について焦点をあてて

実地研究Ⅱの機会に検証を行った。

V. 検証方法

2018年5～7月に、公立中学校第2学年において実験レポート作成の指導を含む検証授業を行った。そこで得られた生徒の実験レポートの「結果」、「考察」の記述をあらかじめ設定した科学的表現力の評価基準に照らして分析を行った。

(1) 対象

公立中学校第2学年の生徒134名を対象とした。

(2) レポート作成の指導について

2018年5月と7月に「化学変化と原子・分子」の単元より授業を2回行った。

1回目の授業では図6の左枠を使い、実験の見通しをもたせ、実験方法・実験結果・考えに分けて実験の記録を作成させた。その際には実験方法には「過去形で書く」こと、「何をしたのか他の人が理解できるように詳しく書く」ことを説明した。また、実験結果には「何の数値数量なのか書く」こと、「見た目やにおい、音や触覚など観察できたことだけを詳しく書く」ことを説明し、考えの枠には「文末は『～と考える』」と書き「見通しを振り返りながら、実験結果から自分がこれまでに学習してきたことを使って考える」ことを説明した。レポートを作成する際にはこれら3つの要素のうち、実験方法と実験結果を組み合わせ文章として表現したものが結果となり、実験方法・実験結

果・考えの3つを組み合わせ文章として表現したものを考察として記述するように指示した。生徒が作成したレポートの結果と考察の記述について記述添削を行い、2回目の授業のはじめに返却した。

2回目の授業ではレポートを書く必要性を価値づけ、図7に示すレポートのチェック表を用いて自分自身の記述を見直せるようにした。また、チェック表の各項目について、どのような記述が適切であるのかを図8に示した1回目のレポートの中からよく書けている例を紹介したのち、自身が作成したレポートを見直す時間を与えた。自分の課題と目標を明確にしたうえで発展内容として水素による酸化銅の還元レポートを作成させた。なお、チェック項目は「〈実験方法〉は過去形で書かれているか」「〈実験結果〉には、見た目やにおい、音や触覚など観察できたことだけを書いているか」「〈考え〉には自分のもっている知識を使って考えた事だけを書いているか」をステップ1、「〈実験方法〉と〈実験結果〉をつなげて結果を書いているか」をステップ2、「〈実験方法〉と〈実験結果〉をつなげて書いた結果に加え、〈考え〉をつなげて考察を書いているか」をステップ3、「課題に対する答えを考察の最後に書いているか」「誰が読んでもわかるように詳しく書いているか」をプラスαとした。

(3) 記述の評価

生徒の2回のレポートの記述のうち、「結果」と「考

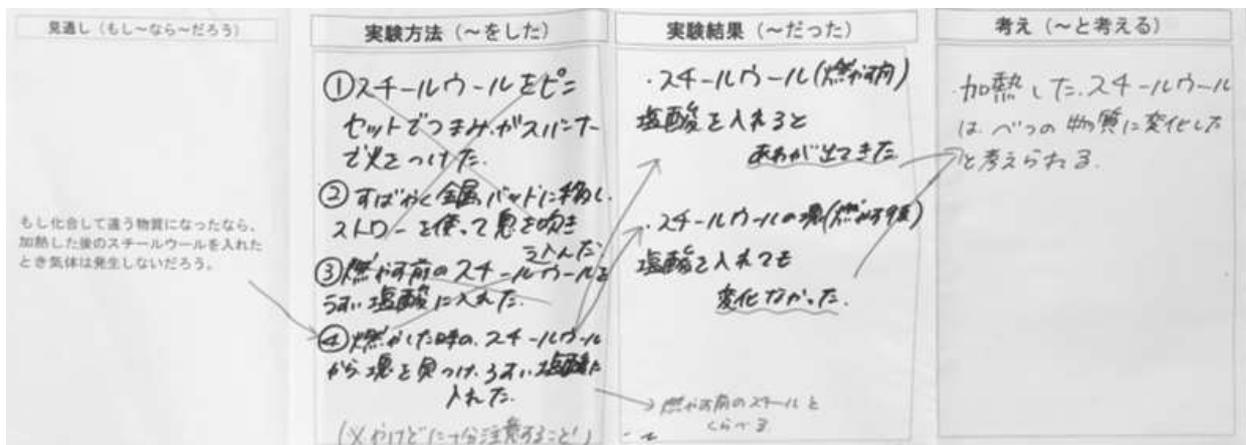


図6 実験記録シート（スチールウールの酸化で使用した一部）

レポートのチェック表

レベル	チェック項目	チェック
ステップ1	① 〈実験方法〉は過去形で書かれているか。	
	② 〈実験結果〉には、見た目やにおい、音や触覚など観察できたことだけを書いているか。	
	③ 〈考え〉には自分のもっている知識を使って考えた事だけを書いているか。	
ステップ2	〈実験方法〉と〈実験結果〉をつなげて結果を書いているか。	
ステップ3	〈実験方法〉と〈実験結果〉をつなげて書いた結果に加え、〈考え〉をつなげて考察を書いているか。	
プラスα	① 課題に対する答えを考察の最後に書いているか。	
	② 誰が読んでもわかるように詳しく書いているか。	

図7 レポートのチェック表

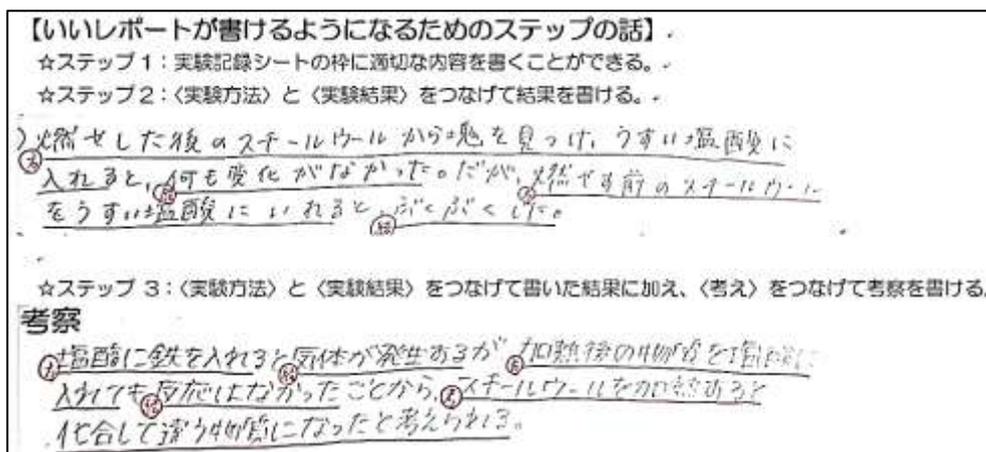


図8 よく書けている例として生徒に配布したプリントの一部

察」の記述について、生徒に示したレポートのチェック表を「書き方」の達成規準とし、達成できた場合は1点、未達成の場合は0点として得点化した。また、「書き方」の得点と課題の難易度の関係性を明らかにするため、科学的知識や概念に関して誤りがないかを「内容」の達成基準とし、「書き方」と同様に得点化を行った。

さらに、2回のレポートにおいて「書き方」の得点変化の要因を調べるため、「結果」と「考察」のそれぞれにおいて得点が0点から1点に上昇した生徒（以下得点上昇群）、1点から0点に低下した生徒（以下得点低下群）、0点のまま変化がなかった生徒（以下得点無変化群）を抽出して詳細な分析を行った。

VI. 結果

図7・8は2回のレポートを提出した生徒88名の観点ごとに作成したバブルチャートである。横軸が1回目、縦軸が2回目の授業で作成したレポートの得点を示しており、濃色のバブルは1回目よりも2回目の得点が伸びていることを示している。

(1) 「書き方」について

図9に示した通り、1回目も2回目もともに2点であった生徒13名を除く75名の生徒のうち、濃色のバブルで示されている51名の生徒の割合はおよそ70%であった。

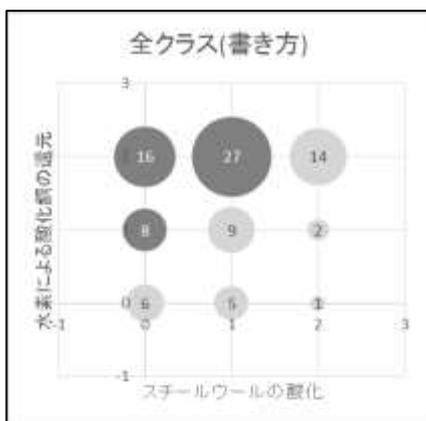


図9 「書き方」の得点を示したバブルチャート

(2) 「内容」について

図10に示した通り、88名の生徒のうち、「内容」について濃色のバブルで示す得点が上昇した生徒は16名であり、その割合はおよそ20%であった。一方、得点が低下した生徒は36名であり、その割合はおよそ40%であった。

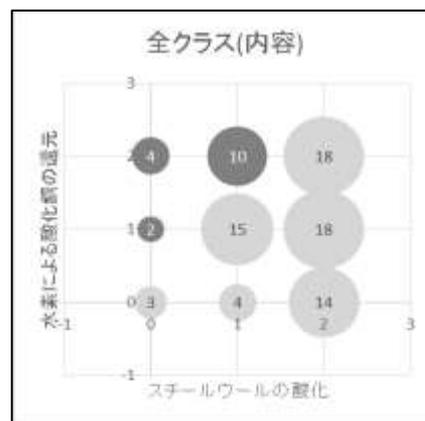


図10 「内容」の得点を示したバブルチャート

(3) 得点変化に関する各群の要因について

表3・4に「結果」と「考察」のそれぞれについて各群の得点変化の要因とその人数を示した。

1) 結果における要因

結果の記述において得点変化の要因があった生徒は40名であった。各群の人数の内訳は、得点上昇群が27名、低下群が5名、無変化群が8名であった。

A 得点上昇群

得点が上昇した生徒27名のうち、実験記録シートの「方法」や「結果」にあたる部分を記述するようになった生徒がそれぞれ21名、1名みられた。また、文章で記述できるようになった生徒は4名おり、結果に記述すべきことを理解できた生徒は1名であった。

B 得点低下群

得点が低下した生徒5名のうち、実験記録シートの「方法」にあたる部分を記述していなかった生徒が3名、結果を記述すべきところに考察が入り混じっていた生徒が2名みられた。

表3 得点変化とその要因 (結果)

改善された・ されなかった要因	上昇群 (n=27)	下降群 (n=5)	無変化群要 因変化なし (n=2)	無変化群要因変化 あり (n=6)	
				1回目	2回目
方法の記述あり	21				
結果の記述あり	1				
文章記述あり	4				
結果の意味を理解	1				
方法の記述なし		3	1	5	1
文章記述なし				1	0
考察の混合		2	1	0	2
適切な日本語				0	2

表4 得点変化とその要因 (考察)

改善された・ されなかった要因	上昇群 (n=40)	下降群 (n=7)	無変化群要 因変化なし (n=9)	無変化群要因変化 あり (n=13)	
				1回目	2回目
方法記述あり	34				
結果記述あり	26				
文章記述あり	2				
考察の意味を理解	1				
方法の記述なし		2	2	1	4
結果の記述なし		2		0	1
考察の記述なし				0	1
文章記述なし				2	0
考察のみの記述		1	7	9	1
考察の混合		1			
結果と考察の区別				1	2
適切な日本語		1		0	4

C 得点無変化群

得点に変化がなかった生徒 8名のうち、2名の生徒は2回のレポートにおいて同じ要因により失点し、得点に変化がなかった。1名が実験記録シートの「方法」にあたる部分を記述していないこと、もう1名が結果を記述すべきところに考察が入り混じっていたことが要因であった。

6名の生徒については1回目と2回目で異なる要因で失点していた。1回目では実験記録シートの「方法」にあたる部分を記述していない生徒が5名、文章で記述できなかった生徒が1名であったが、2回目では「方法」にあたる部分を記述していない生徒は1名になり、結果を記述すべきところに考察が入り混じっていた生徒が3名、適切な日本語で記述できなかった生徒が2名となった。

2) 考察における要因

考察の記述において得点変化の要因があった生徒は69名であった。各群の人数の内訳は、得点上昇群が40名、低下群が7名、無変化群が22名であった。

A 得点上昇群

得点が上昇した生徒40名のうち、実験記録シートの「方法」や「結果」にあたる部分を記述するよう

なった生徒がそれぞれ34名、26名みられた。また、文章で記述できるようになった生徒は2名おり、考察に記述すべきことを理解できた生徒は1名であった。

B 得点低下群

得点が低下した生徒7名のうち、実験記録シートの「方法」や「結果」にあたる部分を記述していなかった生徒がそれぞれ2名ずつみられた。さらに「方法」も「結果」もどちらも記述しておらず、「考察」のみの記述も1名でみられた。また、結果を記述すべきところに考察が入り混じっていた生徒が1名、適切な日本語で記述できなかった生徒が1名であった。

C 得点無変化群

得点に変化がなかった生徒22名のうち、9名の生徒は2回のレポートにおいて同じ要因により失点し、得点に変化がなかった。2名が実験記録シートの「方法」にあたる部分を記述していないこと、7名が「方法」も「結果」もどちらも記述しておらず、「考察」のみの記述であったことが要因であった。

13名の生徒については1回目と2回目で異なる要因で失点していた。1回目では実験記録シートの「方法」にあたる部分を記述していない生徒が1名、考察のみの記述の生徒が9名、文章で記述できなかった生徒が2名、結果と考察の区別がついていない記述がある生徒が1名であったが、2回目では「方法」にあたる部分を記述していない生徒は4名、考察のみの記述をしていた生徒が1名になり、「結果」にあたる部分を記述していない生徒が1名、結果までを記述して考察を記述していない生徒が1名となった。また、結果と考察の区別がついていない記述が2名、適切な日本語で記述できなかった生徒が4名となった。

VII. 考察

(1) 「書き方」と「内容」の得点について

「書き方」について、2回目の授業において得点の伸びが見られる生徒がおおよそ70%であったことから、継続的な指導に一定の効果があったといえる。

また、「内容」における得点は1回目から2回目で得点が上昇した生徒がおおよそ20%と少なく、得点が低下した生徒の方がおおよそ40%と多いことから、多くの生徒が書き方の得点を伸ばすことができた2回目の水素による酸化銅の還元の方が難易度の高い課題であったと考えられる。

(2) 得点変化に関する要因について

1) 「結果」と「考察」のどちらの記述においても実験記録シートにおける「方法」や「結果」にあたる部分を記述するようになった生徒が得点上昇群で多くみられたことから、指導によって「結果」や「考察」に必要な要素を理解して記述できるようになったとい

える。また、1名ずつと少数ではあるが、曖昧だった「結果」や「考察」の意味を生徒に理解させることができたと考える。このことから、仮説4の考察に必要な要素を生徒が理解して記述できるように指導することという点について指導の有効性を示すことができたといえる。

2) 「結果」と「考察」どちらの記述においても、得点上昇群において文章による記述ができるようになった生徒がそれぞれ4名、2名みられた。また、要因変化があった得点無変化群において文章で記述できなかった生徒が合わせて3名いたが、2回目では0名となった。これらのことから、文章による記述に苦手さをもつ生徒にとってワークシート等の活用が効果的であったことが考えられる。このことから、仮説1について指導の有効性を示すことができたといえる。

3) 得点低下群や要因変化があった得点無変化群において実験記録シートの「方法」にあたる部分を記述していない生徒がみられたことの原因としては、1回目のレポートでは生徒実験の内容を記述させたのに対し、2回目では演示実験の内容を対象としたことが考えられる。生徒が自分は何をしたのかを自覚して文章化するためには、自分自身の手を動かす必要があると考える。

4) 得点低下群や要因変化のあった得点無変化群において実験記録シートの「結果」にあたる部分を記述していなかったり、考察が記述できていなかったりする生徒がみられたこと、結果と考察の区別がつかない記述をしたり、結果を記述すべきところに考察が入り混じった記述をしたりする生徒がみられたこと、適切な日本語で記述ができなかった生徒がみられたことから、2回目の課題の難化が原因と考える。1回目では酸素との化合を理解できれば記述しやすい内容であったが、2回目では酸化と還元のどちらの原理も理解し、それらが同時に起こっていることを理解していなければ記述しにくい内容であった。また、酸化・還元「する・される」の表現に混乱した記述もあったことから、レポートの記述指導だけではなく、内容理解についても細やかな指導を行うことも生徒のレポート記述の質を高めるためには必要であるといえる。このことから、仮説4の記述内容をさらに充実させられるように指導するという点については指導の有効性を示すことができなかったと考えられる。

5) 2回のレポート作成の指導を行ったにもかかわらず、要因変化のない得点無変化群の生徒で実験記録シートの「方法」にあたる部分を記述していなかったり、「考察」の部分のみを記述して結果との結びつきがわからない記述をしていたり、考察が混合している生徒がみられることから、さらなる指導の改善が必要であるといえる。生徒が指導の意味を理解して取り組めるようにすることはもちろん、様々なタイプの生徒に

対応できるような方法を考えていく必要がある。

VIII. まとめと今後の展望

以上より、今回の2回の指導を通して一定数の生徒に対してレポートの「書き方」を改善することができたといえる。仮説1と4についても一定の有効性が示された。このことから、適切なレポートの記述の条件を示したり、適切な記述例を用いたりして継続的に指導をしていくことが有効であることが示唆された。一方で、課題の難易度によっては「内容」について十分に記述することが難しいことが明らかとなり、レポート記述の質を高める指導を検討していく必要があるといえる。

今後教員としても研究を継続し、仮説1~4を適用することで、また、今回明らかとなった課題をもとに多様な生徒に対応できる指導の方法について検討していく。また、年間を通して指導を継続していくこと、国語科の「書くこと」の指導を参考にして教科横断的に指導を進めていくことなど、これまではできなかったことについても検討し、よりよい指導のために常に改善を重ねていく。

IX. 参考文献

中央教育審議会 (2016) 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及び必要な方策等について (答申)。

平賀伸夫 (2004) 科学的表現力の育成をねらいとした実験レポート作成に関する指導. 愛知教育大学研究報告, 53 (教育学部編), 115-122.

松原静郎 (1997) 中等化学教育における個人実験を通しての科学的表現力育成に関する調査研究. 科学研究費研究成果報告書。

松浦拓也 (2011) 書く活動を基盤とした科学的な思考力の育成. 日本教材文化研究財団 平成22年度研究紀要, 40, 19-24.

文部科学省 (2017) 中学校学習指導要領解説理科編。

小倉康 (2004) 英国における科学的探究能力育成のカリキュラムに関する調査. 平成15年度文部科学省研究費補助金特定領域研究 研究中間報告書。

鮫島弘樹・清水誠 (2015) 考察の記述の仕方を理解させる指導方法の研究—力と圧力の学習を事例として—. 埼玉大学紀要 教育学部, 64, 93-102.

岡村定矩, 藤嶋昭他 (2015) 新編 新しい科学 1. 東京書籍。