

# 科学的表現力を育成する理科実験レポート用教材セットの開発

自然科学系教育サブプログラム 理科

貝瀬 梨菜

【指導教員】 小倉 康 近藤 一史 中島 雅子

【キーワード】 科学的表現力、事実と考えの分離、実験結果、考察、実験レポートの書き方

## 1. 研究の動機

### 1. 1 結果と考察の書き方に関する現状

中央教育審議会答申(2016)は「実験結果を分析して解釈・考察し説明することなどに課題がある」と述べている。また、中学校学習指導要領(2017)では、「見通しをもって観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈するなどの科学的に探究する学習活動を重視」することが示されている。

### 1. 2 実地研究実習校での実態調査

そこで、まず、実地研究の実習校で理科実験レポートの書き方に関する調査を行った。調査は、実習校の中学校1年生の生徒32名を対象として行った。中学校1年生理科「身のまわりの物質」の混合物の分け方の授業で、赤ワインを蒸留する実験を実施し、生徒に実験レポートを記述させた。生徒が書いた実験レポートを分類した結果、考察が書けていなかった生徒のうちの7割以上は、考察の欄に実験結果をそのまま記述していることがわかった。(図1)

このことから、実験レポートの実験の結果と、特に考察の書き方がわからない子どもたちが一定数存在するという課題があることが明らかになった。

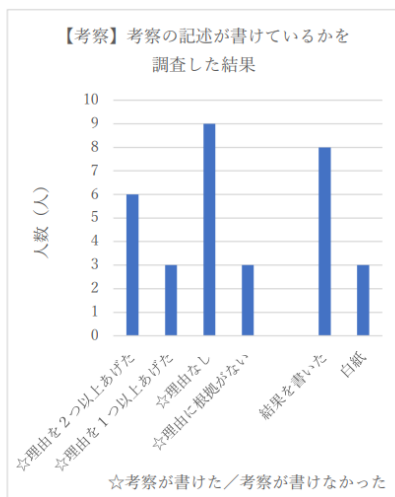


図1：考察が書けているかを調査した実態調査の結果

## 2. 研究の背景

### 2. 1 実験レポートの書き方に関する先行研究

平賀(2004)は、考察を記述するときの目標として、「事実と考えを分けて記述する」という目標をあげている。さらに、この目標について、「説明だけでは達成することは難し

いが、定型文を用意すると達成率が上昇した」と述べている。

また、野村(2018)は、実験の結果と考察を書く力を身につけさせる手立てとして、定型文を用いた足場づくりを活用したワークシートを作成し、足場を徐々に外しながら繰り返しレポート作成に取り組む授業実践を行った。その結果、定型文・ヒントなどが子どもたちの科学的な表現力を向上させる場面で有効であることを示した。さらに、その際に、実験結果を「観察したこと」、考察を「結果から考えたこと」とであるとワークシートに記載した。

### 2. 2 本研究において特に子どもたちに身につけさせたい科学的表現力の定義

以上の先行研究をふまえて、本研究において特に子どもたちに身につけさせたい科学的表現力を、「事実と考えを分けて結果・考察をそれぞれ明確に記述する力」とであると定義した。また、本研究では、「実験結果」を「観察・実験の結果得られた見たままの事実」ととし、「考察」を「実験結果(=事実)から考えられること」と定義づけた。

## 3. 本研究における目的

本研究は、理科実験レポートの書き方をより丁寧に指導するために用いる教材を複数開発し、それらの教材の活用方法の様々な可能性と、教材が子どもたちの理科実験レポートの記述内容に与える影響について調査することを目的とした。

## 4. 研究仮説

通常の一斉授業に加え、理科実験レポートの書き方をより丁寧に指導するための教材セット(授業中に使える補助教材と授業外で使える自習教材を合わせたもの)を開発して用いることが、子どもたちの科学的表現力の育成に繋がるとはならないか。

## 5. 研究方法

仮説検証のため、まず、教材セットの開発を行った。

### 5. 1 理科実験レポート指導用の教材セットの開発

5.1.1 補助教材「実験結果と考察の書き方シート」(以下、「書き方シート」:図2)及び補助教材「結果カード」「考察カード」(以下、カード:図3)の開発【手立て①】

冒頭で述べたように、平賀(2004)は、考察を記述すると

きの目標として、「事実と考えを分けて記述する」という目標をあげている。さらに、この目標について、「説明だけでは達成することは難しいが、定型文を用意すると達成率が上昇した」と述べている。そこで、本研究でも、定型文を掲載した「実験結果と考察の書き方シート」を作成することとした。それでも、平賀 (2004) の実践においては、「事実と考えを分けて記述する」ことは他の目標より達成率が低かったという記述がみられる。そのうえ、本論文の冒頭で実施した実態調査の結果においても、考察の欄にそのまま実験結果を記述していた生徒が多かった。以上のことから、本研究では、「実験で得られた結果は事実であり、考察は、その事実を基に考えたことを書くようにすること」をより強調することとした。

もシートと同時に配布し、必要に応じて使えるようにした。


☆結果と考察の見分け方シート☆ 保存版


名前


☆観察・実験の結果☆  
**観察・実験の結果、見たままの事実を表現しよう!**  
 例:「△△を〇〇したら、●●は(が)〜になっただ。」(実験)  
 ☆☆は(が)……だった。(観察)  
 例) 100mLの水を火にかけたら、2分15秒で沸騰した。実験  
 花弁は黄色だった。葉はギザギザしていた。観察


見たままの事実を表現するとき目の前のものや現象の様子に注目しよう!

<ポイント>

色 

形 

大きさ 

量/数 

☆数は表やグラフを用いて表してもいい!

☆考察☆  
**実験結果から考えられることを言葉で表現しよう!**  
 例:「〇〇(した/の)実験結果から、〜(だ)と考えられる」  
 「この(〇〇した)ことから、〜(だ)と考えられる」  
 例) 実験結果から、水の量を増やすとふっとうするまでの時間が長くなると考えられる。  
 <ポイント>  
 ・何が原因かな?結果をもとに考えよう!  
 ・なぜそう考えたのか理由を考えてみよう!  
 ・実験結果から新たに発見した原則(きまり)を文章で表そう!

考察は実験結果(事実)をもとに考えたことだよ!

☆注意☆ ※これらは考察じゃないよ!考察のらんにかかないように注意しよう!!  
 例) 色が変わる様子がとてもきれいだった。(感想)  
 ビーカーがわれてしまったので、次はわりないように気を付けたい。(決意)

図2:作成した「実験結果・考察の書き方シート」(2024/02/02現在における最新版)

また、書き方シートは文字数がタイトルと名前を除くと約450字ある。文章でうまく表現するのが難しい子どもは、文字を読むのが苦手な子どもであることが推測される。そこで、そういった長い文章を読むことが苦手な子どもでも使いやすい教材が必要であると考え、伝えたい内容は同じであるが、より簡潔にポイントがまとまった「結果カード」「考察カード」を作成した。

さらに、書き方シートのデメリットとして、書き方の「正解」を1つに限定してしまう可能性があると考えた。そこで、書き方シートと内容は同じで文字数を減らし、結果と考察に必要な要素のみを入れた結果カード・考察カード

【実験結果・考察の見分け方カード】

【カードの使い方】  
 ・結果と考察の違いに迷ったときに使おう!  
 ・ふりかえりの場面で、どの考え方を使って結果や考察を書いたか振り返ろう!  
 ・実験の結果と見分け方シートの例文を見ずに自分で結果と考察を書きたい場面で参考にしよう!

<結果①>  
 ・色  
 ・形 「●●状、△△みtain形」  
 ・大きさ・量(長さ、質量、体積など)  
 ・におい/手ざわり  
 など、見たまま、感じたままに書いてみよう!

<結果②>

	液体A	液体B
実験1		
実験2		

表を使ってまとめてみよう!  
 事実のみを整理しやすい♪

<考察①>  
 実験結果をもとに考えたことを表現しよう!  
 ・結果(色、形、大きさ、量、におい)  
 ・結果の変化の様子  
 などから、どんなことが考えられるかな?

<考察②>  
 実験結果から、きまりごとや法則を見つけよう!  
 ・結果の数値に注目してみよう!  
 どんなパターンが見つけれられるかな?

図3:作成した「結果カード」「考察カード」

### 5.1.2 自習教材「結果考察自習ドリル」(以下、「自習ドリル」)の開発【手立て②】

#### 5.1.2.1 レポート指導に関する実態調査

木下 (2013) は、小学校教師151名を対象に質問紙調査を行った。その結果、「若手教師は、何をどのように考察すべきかわからず困難を感じている。中堅教師は、考え方や記述の仕方を示す前に考察そのものを子どもに示している。熟練教師は、考察に必要な要素を把握し指導上留意していると同時に、困難も感じている」という実態があることを示した。

この調査結果を受けて、子どもだけで結果や考察に必要な要素を学ぶことが可能な自習教材があれば、レポート指導の教師個人の得意・不得意にかかわらず、実験レポートの書き方について学ぶことができるであろうと考えた。また、実験レポートの書き方を指導する時間の省略や教員の労働時間の軽減も期待できると考えた。

#### 5.1.2.2 デジタル自習ドリル教材に関する先行研究

文部科学省 (2019) は、1人1台端末環境を整える「GIGAスクール構想」の実現を行うと述べている。また、文部科学省 (2019) は、「GIGAスクール構想」について、「新たな教育の技術革新」であるとし、「多様な子どもたちを誰1人取り残すことのない公正に個別最適化された学びや創造性を育む学びに寄与するものであり、特別な支援が必要な子どもたちの可能性を大きく広げるもの」だと述べている。さ

らに、「こうしたICTの導入・運用を加速していくことで、授業準備や成績処理等の負担軽減にも資するものであり、学校における働き方改革にもつなげていく」と述べている。

その後、ICT活用した自習ドリルに関する研究が様々な教科において行われてきた。例えば、平田ら(2021)は、「AI活用数学自習教材 Qubena」を用いて2か月後と4か月後に同校高1を対象に行われた基礎的知識技能を問う学力テストの成績を比較した。その結果、Qubenaをよく利用した学級に顕著な上昇がみられたと述べている。この事例のように、児童生徒の各教科の知識技能の向上を目的とした自習教材の研究は多く見受けられる。しかし、理科における実験レポートの書き方のような表現力を伸ばすことを目的とした自習ドリルに関する先行研究は管見の限りほとんど行われていない。

そこで、本研究では、実験レポートの書き方のような科学的表現力を伸ばすことを目的として、動画を活用した自習ドリルを開発することとした。

### 5.3 開発した教材セットの有効性及び効果の検証方法の検討

#### 5.3.1 補助教材「実験結果と考察の書き方シート」及び補助教材「結果カード」「考察カード」の効果の検証【手立て①】

##### 5.3.1.1 補助教材「実験結果と考察の書き方シート」、「結果カード」「考察カード」を用いた大学生を対象とした授業実践及びアンケート調査

大学生を対象に、開発した補助教材を用いて授業実践を行い、大学生が「実験結果と考察の書き方シート」と「結果カード」「考察カード」のどちらかを好んで選択して使用するか調べた。また、開発した補助教材の改善につなげるため、開発した補助教材を使った感想や意見、感想などを質問したアンケート調査も行った。

##### 5.3.1.2 「実験結果と考察の書き方シート」、「結果カード」「考察カード」を用いた中学生を対象とした授業実践

「5.3.1.1」で実施した大学生を対象とした授業実践及びアンケート調査の結果を受けて、教材の改善を行った。改善後の補助教材を実地研究実習校の授業内で用いて、補助教材が生徒の実験レポートに与える影響について調べた。

#### 5.3.2 自習教材「結果考察自習ドリル」の有効性についての検討【手立て②】

自習教材「結果考察自習ドリル」の有効性について、大学生にサンプル問題2題を解かせ、調査を行った。「結果考察自習ドリル」の有効性について、学生が持つ「実験結果」「考察」を書くために必要な要素に関する認識が、自習ドリル使用後にどのように変化するか調査を行った。なお、質問紙の質問項目を考える際には、【手立て①】で作成した「シート」で強調した内容と、山内ら(2022)の授業実践で用いたアンケート調査の質問項目を参考にして作成した。

また、「結果考察自習ドリル」が完全に学習者単独で、本研究で身につけさせたい科学的表現力を育成することが可

能かどうか評価及び分析を行った。「結果考察自習ドリル」の採点表を見て学生が自己採点を行った結果と問題作成者が採点表を見て学生の解答の採点を行った結果を比較した。自己採点と他者採点の一致率から、「結果考察自習ドリル」が学習者1人で科学的表現力を身につけられるものであるかどうか評価・分析を行った。また、採点基準にある項目の内容が適切なものであるかを検討した。

## 6. 開発した教材セットを用いた検証結果と考察

### 6.1 「実験結果と考察の書き方シート」、「結果カード」「考察カード」を用いた大学生を対象とした授業実践及びアンケート調査の結果と考察

調査は、埼玉大学教育学部の学生35名を対象として行った。中学校1年生理科「身のまわりの物質」の混合物の分け方の授業で、赤ワインを蒸留する実験を実施し、生徒に実験レポートを記述させた。

その際に、アンケート調査を実施した。

アンケート項目は、次のとおりである。

- Q.1 本授業であなたはシートやカードを活用しましたか？
- Q.2 Q.1の回答理由
- Q.3 本教材(カード/シート)には、結果と考察を書くことに苦手意識を感じている児童・生徒にとって実験結果と考察の違いを理解させる効果があると思いますか？
- Q.4 シート・カードへのご意見・ご感想等

Q.1のアンケート調査の回答は次のようになった。(図4)

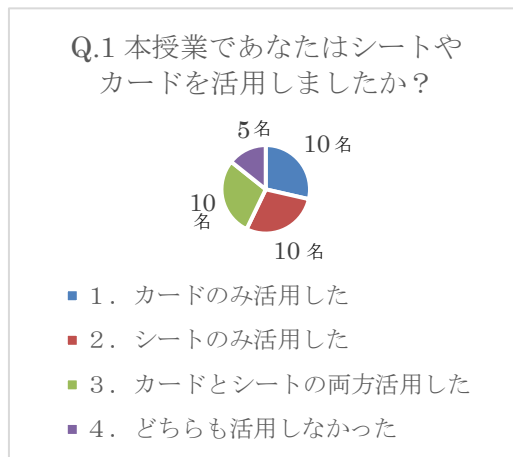


図4：質問項目Q.1の調査結果

Q.2 Q.1の回答理由については、次のような意見がみられた。

1. カードのみ
  - ・カードの方が見やすく、充分書き方がわかったため。
  - ・カードの方が小さくてみやすかったから。
  - ・結果を自分の力で書きつつ、何を書こうか迷ったときにカードを参考にすると結果が書きやすかった
2. シートのみ
  - ・考察の書き方をシートをみて理解できた



### 3. 両方使った

- ・考察を書くのに悩んでいたから。
- ・書き方が難しく、参考にしたかったから。
- ・考察の書き方を知るため
- ・書き方（日本語の形式）の参考にしたくて活用した

「カードのみ活用した」と「シートのみ活用した」と「両方を使用した」はそれぞれ同じ人数だった。すなわち、カードとシートを使った人の数に偏りは少なかったことから、カードとシートの好みは人それぞれであり、授業ではカードとシートの両方を用いる必要があることが考えられる。

つづいて、Q.3の結果は次のようになった。（図5）

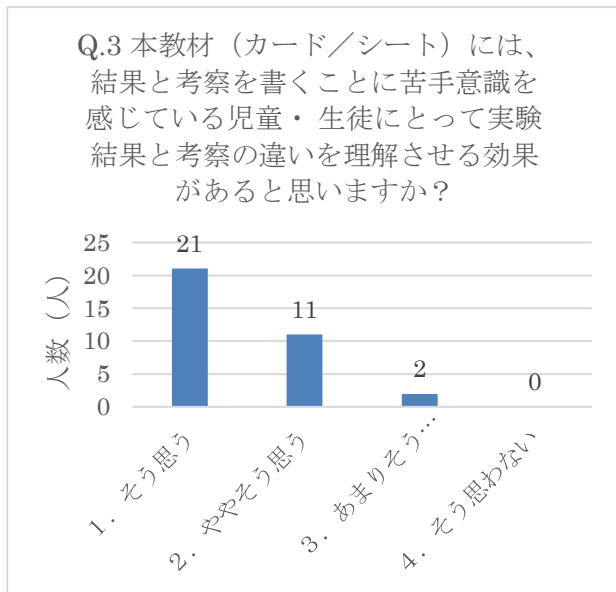


図5：質問項目 Q.3 の調査結果

この結果から、開発した補助教材を使用した学生からみて、補助教材は結果と考察を書くことに苦手意識を感じている子どもにとって実験結果と考察の違いを理解させる効果があると思える教材であった可能性があることが示唆された。

Q.4では、カードや書き方シートについて様々な意見をいただいた。たとえば、

- ・見方が初めわからなかったが、見方がわかったら便利だと感じた。
  - ・カード、切って使う必要があるのか
  - ・実験結果や考察の記入をうめられない生徒に対しては有効な方法だと思う
  - ・何を書いていいかわからない生徒にとってわかりやすいもののように感じた。しかし、紙のカードだと、小さくてかさばってしまうように感じた。シートは非常にわかりやすかったです。そしてカードは小さい分簡素にまとめられていて、長い説明文を読むのが苦手な子どもでもわかりやすいと思いました。
- というような肯定的な意見や改善点の提案等がみられた。しかし、
- ・言葉だけでは伝わらない
- といった否定的意見をあげる学生もいた。

以上より、大学生を対象とした授業実践から、本研究で作成した補助教材は、おおむね子どもたちの科学的表現力を向上させる効果が期待できる可能性が示唆された。

ここで、アンケート調査対象の大学生からいただいた意見を参考に、中学校で本研究で開発した補助教材を用いて授業を実施する際には、本来は切り取って使うことを想定していた「結果カード」「考察カード」は切り取らない方向で指示を出す形へ変更することとした。

### 6.2 「実験結果と考察の書き方シート」、「結果カード」「考察カード」を用いた中学生を対象とした授業実践の結果と考察

大学生を対象とした授業実践及びアンケート調査の結果を踏まえ、実際に中学生を対象とした授業実践を行った。

#### 6.2.1 調査時期

2023年7月5日～2023年7月7日

#### 6.2.2 調査対象

さいたま市立A中学校第1学年2学級54名

#### 6.2.3 授業実践の概要

中学校第1学年理科物質分野「謎の白い粉xの正体は塩、片栗粉、砂糖のうちどれだろうか」という授業を実施した。

この授業の、(1)実験計画立案の場面と(2)実験結果や考察を表現する場面において、作成した補助教材を活用し、それらが子どもたちの実験レポートの記述内容に与える影響について、授業後の生徒のワークシートの記述内容をもとに調査した(図6)。授業の1時間目には、課題・予想・実験計画の立案を行った。実験計画立案の場面では、あらかじめどんな結果がほしいかを考え、それをもとに実験計画を立てるために結果カードを活用させた。2時間目には実験のみを行った。3時間目には、結果の共有・考察・結論/まとめを行った。このとき、考察カードと結果・考察の書き方シートのセットを用いた。

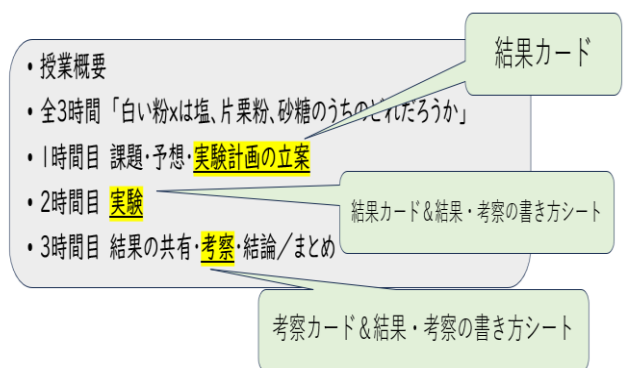


図6：授業実践の概要

#### 6.2.4 授業実践の結果と考察

##### (1) 実験計画立案の場面

中学校理科学習指導要領(2017)は、学習指導要領改訂にあたって、「見通しをもって観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈するなどの科学的に探究する学習の充実」を目指したことを述べている。

そこで、見通しをもって実験結果と考察が書けるように、実験計画立案の場面においても、「結果カード」を用い

た。その結果、「結果カード」を用いたクラスの生徒は、「結果カード」に書かれたキーワードを含んだ実験計画（表7の星マーク）を立案した。（表7）

表7：「結果カード」を用いた2クラスとそれらを用いなかった1クラスで出たすべての実験計画案の一覧

カード使用 (2クラス分)	カード未使用 (1クラス分)
☆顕微鏡で粒の形を観察する ・ヨウ素液をつける ☆重さを調べる ・冷やす ・水に溶かす ☆においをかぐ ・氷の上に（白い粉を）のせる	・水に溶かす ・水に溶かしたものを蒸発させる ・絵の具をつける ・氷水で冷やして温度をはかる ☆さわる ☆加熱後ににおいをかぐ

その後、班ごとに自分たちの班で出た実験計画をもとに実験を行った。その結果、「結果カード」を用いなかったクラスでは実験の結果から物質xの正体を当てられなかった班があったが、「結果カード」を用いたすべての班の子どもたちは、考察を書く際に、物質xの正体を当てることができていた。このことから、結果の見直しをもって実験計画立案を行うためには、「結果カード」を用いることが効果的である可能性があることが示唆されたといえる。これと同時に、「結果カード」を用いた学級の生徒は、実験結果の欄に書く必要のある内容を見直しながらか実験計画の立案をしていたことが考えられる。

(2) 実験結果・考察を表現する場面

実験の結果を表現する場面においても、結果カードや考察カード、書き方シートの使い方を説明して、使用するよう声をかけて指導した。

表8：生徒の「実験結果」の記述内容の調査結果

生徒の「実験結果」の記述内容	生徒数
◎色・形・大きさ・数量などに着目して具体的に書いている	20人
△一部足りないところもあるがだいたい書いている	1人
1人（石灰水：にごる、ヨウ素液：変わった）	
書けていない（空欄、文の途中など）	0人

1クラス分（26人）で結果・考察の書き方シートを用いて結果と考察を記述するように声掛けを行った結果、未提出者5人を除いた21人のうち20人の生徒が、実験結果を色・形・大きさ・数量などに着目して具体的に書くことができた（表8）。

また、考察についても、同様に指導した結果、26人中23人の生徒が考察を具体的に書くことができた（表9）。

表9：生徒の「考察」の記述内容の調査結果

生徒の「考察」の記述内容	生徒数
◎シートの形式通りに書いている	18人
◎シートの形式と異なるが考察を書いている（考察に必要な要素が含まれている）	5人
書けていない	3人
※白紙1、文が途切れている1、単語のみ1	

これらの結果から、結果と考察を記述させる場面では、結果と考察の書き方シート及びカードを使用することが効果的である可能性が示唆された。

6.3 自習教材「結果考察自習ドリル」の有効性について検討した結果と考察【手立て②】

6.3.1 大学生を対象とした意識調査の結果をもとにした「自習教材「結果考察自習ドリル」」の有効性についての評価・検討

埼玉大学教育学部の授業内において、非理科専修の学生を対象として、本研究で開発した「結果考察自習ドリル」の有効性について調査を約30分間行った。その際に、まず、研究の趣旨を説明した後、手立てを講じる前の学生が持つ「実験結果」「考察」を書くために必要な要素に関する認識を問う質問紙による事前調査を1分程度で行った。次に、制限時間を20分程度設けて、学生に対して、サンプル問題2題（図10）に取り組み、手順書に従い、解答用紙に解かせた後、解答解説（図11）により自己採点まで完了するよう指示した。検証の最後に、事前調査と同一の質問紙による事後調査を1分程度で行った。こうして学生が持つ「実験結果」「考察」を書くために必要な要素に関する認識が、自習ドリル使用後にどのように変化するか調査した。事前・事後調査の質問項目は、図12に示した。その後、事前調査・事後調査の結果に対して項目ごとに対応のあるT検定を行った。その結果を表13に示した。

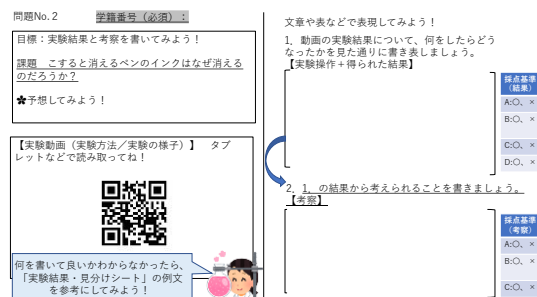


図10：実際に使用した「自習ドリル」の解答用紙の一部分

### 問題1 結果の解答解説

採点基準

解答例1……文章

紙をそのまま電子天秤にのせたら、1gだった。紙を丸めて電子天秤にのせたら、1gだった。紙を切って電子天秤にのせたら、1gだった。

解答例2……表

紙をそのままのせた	紙を丸めた	紙を切った
1g (1.0g)	1g (1.0g)	1g (1.0g)

その他：「実験結果はすべて同じであった」とはそれだけでは×だが書いてあっても良い

### 問題1 考察の解答解説

採点基準

解答例1……

実験結果（紙をそのまま電子天秤にのせたときに1.0g、丸めたときに1.0g、切ったときに1.0gだったこと）から、もの（紙）の形によって質量は変わらないことが考えられる。  
 ～という実験結果（実験結果のまとめ+このこと）から、もの（紙）の形によって質量は変わらないことが考えられる。

解答例2……

もの（紙）の形によって質量は変わらないことが考えられる。なぜなら、実験結果紙をそのまま電子天秤にのせたときに1.0g、丸めたときに1.0g、切ったときに1.0gだったからである。

評価項目

A. 実験結果をもと（理由/根拠）に考察しているか。 ○、×  
 例：●●した結果、～だったことから……  
 ・実験①、②で～という結果だったことから……  
 ・実験①、②、③の結果から……  
 「実験結果から～」はどの結果から考えたのかかわらないので×

B. 実験結果から考えられることを書いているか。 ○、×  
 例：～だと考えられる。  
 ・「思う」「思われる」は×

C. 「思う」「実験が成功してうれしい」などの感想は含まれていないか。 ○、×

※問題1 では、実験の結果から「もの（今回は紙）」の形を変えても質量が変わらないことを考察できていれば○をつけて良い。

### 問題2 結果の解答解説

採点基準

解答例1……文章

①ドライヤーの温かい風を当てたら、インクは消えた。②ドライヤーの冷たい風を当てたら、インクは消えなかった。③冷たい水（15度）が入ったビーカーの側面に当てたら、インクは消えなかった。④温かい水（78度）が入ったビーカーの側面に当てたら、インクは消えた。

解答例2……表

①ドライヤーの温かい風を当てたら、インクの色が消えた	②ドライヤーの冷たい風を当てたら、インクの色が消えなかった	③冷たい水（15度）が入ったビーカーの側面に当てたら、インクの色が消えなかった	④温かい水（78度）が入ったビーカーの側面に当てたら、インクの色が消えた
----------------------------	-------------------------------	---	--------------------------------------

### 問題2 考察の解答解説

採点基準

解答例1……

実験①、④の結果から、温めると、こすると消えるペンのインクが消える。実験②、③の結果から、冷やしてもこすると消えるペンのインクは消えなかった。これらことから、こすると消えるペンのインクは温めると消えると考えられる。  
 ・実験①～④の実験結果から、こすると消えるペンのインクは、熱によって消えると考えられる。

解答例2……

こすると消えるペンは温めると消えると考えられる。なぜなら、実験①、④の結果から、温めると、こすると消えるペンのインクが消え、実験②、③の結果から、冷やしてもこすると消えるペンのインクは消えなかったからである。

評価項目

A. 実験結果をもと（理由/根拠）に考察しているか。 ○、×  
 例：●●した結果、～だった/になった（こと）から……  
 ・実験①、②で～という結果だったことから……  
 ・実験①、②、③の結果から……  
 ・（結果のまとめ）+これらの結果から……

B. 実験結果から考えられることを書いているか。 ○、×  
 例：～だと考えられる。  
 ・「思う」「思われる」は×

C. 「思う」「実験が成功してうれしい」などの感想は含まれていないか。 ○、×

※問題2 では、実験の結果から「熱」や「高温」、「温めると色が消える」ことを考察できていれば○をつけて良い。

図 11：自習ドリルの解答解説（上から順に、問題1の結果、考察、問題2の結果、考察）

Q.1 あなたが「実験結果」を書くうえで、とても必要だと思うものには5、まあまあ必要だと思うものには4、どちらともいえないものには3、あまり必要だと思わないものには2、まったく必要ないと思うものには1をつけてください。

	とても必要	必要	まあまあ必要	あまり必要ない	必要ない
1. 観察や実験の結果・見たままの事実	5	4	3	2	1
2. 観察や実験の感想	5	4	3	2	1
3. 観察や実験を行って大切だと思ったこと	5	4	3	2	1
4. 実験結果（事実）をもとに考えたこと	5	4	3	2	1
5. 理科の知識	5	4	3	2	1
6. その他（自分の言葉で表現する）：					

Q.2 あなたが「考察」を書くうえで、とても必要だと思うものには5、まあまあ必要だと思うものには4、どちらともいえないものには3、あまり必要だと思わないものには2、まったく必要ないと思うものには1をつけてください。

	とても必要	必要	まあまあ必要	あまり必要ない	必要ない
1. 観察や実験の結果・見たままの事実	5	4	3	2	1
2. 観察や実験の感想	5	4	3	2	1
3. 観察や実験を行って大切だと思ったこと	5	4	3	2	1
4. 実験結果（事実）をもとに考えたこと	5	4	3	2	1
5. 理科の知識	5	4	3	2	1
6. その他（自分の言葉で表現する）：					

図 12：調査で使用した質問紙の質問項目

	事前平均	事後平均	自由度	t 値	p 値
Q.1.1	4.88	5.00	42	-2.35	.024*
標準偏差	1.14	0.00			
Q.1.2	2.02	1.12	42	5.08	<.001**
標準偏差	1.16	0.63			
Q.1.3	2.40	1.09	42	6.39	<.001**
標準偏差	1.42	0.37			
Q.1.4	2.33	1.40	42	4.29	<.001**
標準偏差	1.63	1.18			
Q.1.5	3.44	2.42	42	4.89	<.001**
標準偏差	1.22	1.62			
Q.2.1	3.40	3.86	42	-1.97	.055
標準偏差	1.26	1.60			
Q.2.2	2.79	1.42	42	5.56	<.001**
標準偏差	1.36	1.10			
Q.2.3	3.44	1.67	42	6.55	<.001**
標準偏差	1.48	1.34			
Q.2.4	4.79	5.00	42	-2.46	.018*
標準偏差	0.56	0.00			
Q.2.5	3.72	2.95	42	3.20	.003**
標準偏差	1.14	1.59			

表 13：事前・事後調査を統計的に分析した結果

表 13 より、事前・事後において、項目「Q.2.1」以外、すなわち項目「Q.1.1」「Q.1.2」「Q.1.3」「Q.1.4」「Q.1.5」「Q.2.2」「Q.2.3」「Q.2.4」「Q.2.5」で統計的に有意な差となった。

有意差がみられた項目の事前・事後の平均値を比較すると、「Q.1 結果\_1 観察や実験の結果・見たままの事実」は上昇、「Q.1 結果\_2 観察や実験の感想」は減少、「Q.1 結果\_3 観察や実験を行って大切だと思ったこと」は減少、「Q.1 結果\_4 実験結果（事実）をもとに考えたこと」は減少、「Q.1 結果\_5 理科の知識」は減少していた。「Q.2 考察\_2 観察や実験の感想」は減少、「Q.2 考察\_3 観察や実験を行って大切だと思ったこと」は減少、「Q.2 考察\_4 実験結果（事実）をもとに考えたこと」は上昇、「Q.2 考察\_5 理科の知識」は減少していた。「Q.2 考察\_1 観察の結果・見たままの事実」は事前事後でわずかに上昇し、有意差はみられなかったが有意傾向となった。

自由記述欄では、事前調査では、結果について、「事実を述べる」「そのままのことを書く」という回答があった。考察について「結果を見てわかること」「結果をふまえて書く」という回答があった。事後調査の自由記述欄には、結果について、「事実」「そのままのことを書く」「過去形」が必要だという回答があった。

事後調査の自由記述欄の考察においては、「語彙力」「新たな疑問」「事実からわかること」「結果をふまえて書く」「考えたこと」という回答がみられた。

これらの結果から、自習ドリルには、学習者にとって「実験の結果」に必要なものは「観察や実験の結果・見たままの事実」であり、「感想」や「思ったこと」、「理科の知識」や自分の考えは書かないものである」という意識を高める効果がある可能性があると考えられる。

「考察」の内容については、「採点基準表」で特に重視していた、考察の根拠として用いるための「Q.2 考察\_1 観察

や実験の結果・見たままの事実」が事前と事後でわずかに上昇しているものの、その差は統計的な有意差ではなかった。その原因として、付録として自習ドリルと共に使える「実験結果・考察の書き方シート（図2）」に「考察とは、実験結果に書かれて事実に基づいて考えたことを書くものである」と示していたからだと考えられる。それにより、Q.2\_1の質問に対して、考察を書く上で事実を再び書く必要はないと判断した学生がいたため、平均値が有意に変化しなかったことが考えられる。

「Q.2 考察\_1 観察・実験の結果・見たままの事実」以外の考察の欄に記述する際に必要な要素として、「感想」「大切だと思ったこと」「理科の知識」の項目の平均値が事前・事後で減少していることから、「自習ドリル」を用いることで、学習者は、単独でも、考察には「感想」「大切だと思ったこと」「理科の知識」は必要ないという意識を高めることができる可能性があるといえる。

以上より、開発した「自習ドリル」には、学習者単独で、「実験結果」に必要な要素と「考察」に必要な要素を理解することを手助けする効果がある可能性が示唆された。

### 6.3.2 自習ドリルの学生による採点結果と自習教材の問題作成者による採点が一致した割合（以下、一致率）をもとに「自習教材」の評価基準の項目の妥当性を評価・検討した結果と考察

次に、「結果考察自習ドリル」が学習者単独で、本研究で身につけさせたい科学的表現力を育成することが可能かどうか評価及び分析を行った。「結果考察自習ドリル」の採点表を見て学生が自己採点を行った結果と問題作成者が採点表を見て採点を行った結果を比較した。その後、自己採点と他者採点の一致率から、「結果考察自習ドリル」が学習者1人で科学的表現力を身につけられるものであるかどうか評価・分析を行った。

この調査を行うにあたって、まず、学習者43名全員が問いた採点基準の項目の総数を数えたところ、全部で602個あった。問題作成者は、これらすべての採点項目を学習者が用いた「採点基準表（図11）」と完全に同一のものをを用いて1つ1つ採点を行った。

また、学習者43名の自己採点については、602個のうち、ドリルへの無回答が理由で採点表が白紙になっている項目が7個、何らかの理由で採点基準表に記入がされなかった項目が77個あった。そこで、白紙の個数と無記入の個数を合わせた84個を全体の総数602個から除いた518個の項目を調査の比較対象の総数とした。

その結果、問題作成者の採点結果と学習者の採点結果が一致していた採点項目の個数は、443個であった。一方で、問題作成者の採点結果と学習者の採点結果が一致しなかった採点項目の個数は75個であった。

これらをふまえると、自習ドリルの学生による採点結果と自習教材の問題作成者による採点結果の採点項目全体の一致率は、443個/518個より、85.5%であった。

また、採点項目別の一致率の結果は表15に示した。

表15：採点項目別の一致率

	1.結果A	2.結果B	3.結果C	4.結果D	5.考察A	6.考察B	7.考察C	8.結果A	9.結果B	10.結果C	11.結果D	12.考察A	13.考察B	14.考察C
一致(個)	26	31	35	35	30	30	36	31	28	33	37	21	34	36
不一致(個)	11	5	2	1	6	6	1	6	8	4	0	15	2	1
有効総数(個)	37	36	37	36	36	36	37	37	36	37	37	36	36	37
一致率(%)	70.3	86.1	94.6	97.2	83.3	83.3	97.3	83.8	77.8	89.2	100.0	58.3	94.4	97.3

一致率が最も高かった項目は、「採点項目11 結果D:問2 「感想が含まれていない」」で、100%であった。これは、選択肢が「含まれているかいないか」の2択であり、採点しやすかったことが要因であると考えられる。

一方、一致率が最も低かった項目は「採点項目12 考察A:問2 「実験結果をもと（理由/根拠）に考察をしているか」」であり、58.3%であった。自己採点と他者採点の差がすべての項目の中で最も大きくなった原因として、採点基準の項目の内容が説明不足であったことが考えられる。問2では、一定以上の温度によって色が消えるペンのインクが消える理由について、そのペンを使って書いた部分を温めたり冷やしたりする実験から考察する問題を出题した。これに対し、自己採点と他者採点が一致しなかった学生の大多数が、「温めた場合のみ」の実験結果から考察を導いており、「冷やした場合」の実験結果を考察の根拠として導いていなかった。実際に、解答例においては、すべての実験の結果を根拠として用いていたが、採点基準の項目では、「すべての実験結果」を根拠にすることを強調する言葉が不足していたため、学習者と問題作成者の採点結果にズレが大きく生じたと考えられる。

採点項目12に次いで採点項目が低かったのは、採点項目1 結果A:問1 「実験で行った操作（紙を電子天秤にのせた）が書けているか」で、学習者の自己採点と問題作成者の採点結果の一致率は70.3%であった。問1では同一の紙の形を変えて、電子天秤で質量を量る実験の結果と考察を書かせた。ここで重要なのは、「形を変える」操作を書くことであったが、採点基準を読んだ学生は、「電子天秤にのせる」ことが含まれていないことを理由に本来正解であるはずの回答に「×」をつけてしまっている例が多く見受けられた。そのため、採点結果の一致率が低くなってしまったものだと考えられる。

その他の採点項目の採点結果の不一致の個数は、10個以下であるものの、採点項目9:「実験で行った操作を過去形で書いているか」で一致率は77%であり、他の項目と比較して低くなっている。これは、行った実験操作を過去形にすれば、自ずとその実験の結果も過去形になるはずであろうという問題作成者の考えを前提に作った採点基準であった。しかし、実際に学生の回答を見ると、現在形と過去形が混在したものが多く見受けられた。そういった学生の採点結果と問題作成者の採点結果が一致しなかったことが、一致率が低くなった原因であると考えられる。また、実験結果を表でまとめる場合についても考慮する必要があり、必ずしも過去形を用いて実験操作を書く必要はない可能性も考



えられる。したがって、採点項目9の内容も、「(文章の場合) 実験の結果の述語や文末が過去形になっているか」という内容へ改善する必要があると考えた。

採点結果の一致率が80%を超えている採点項目については、丸の付け間違いのようなケアレスミスが多かったことから、選択肢そのものは学習者と問題作成者の解釈がほとんど一致しており、採点基準としておおむね妥当なものであったことが考えられる。

以上より、本研究で用いた「自習ドリル」の採点基準は、改善の余地や課題が残るものであったことがいえる。一方で、学習者全員と問題作成者の採点結果が完全に一致する項目も存在したことから、もし「採点基準」をよりわかりやすく簡潔なものに改良することができれば、本研究で用いたような「自習ドリル」は、学習者単独でも科学的表現力向上に必要な考え方を学ぶことに繋がる可能性を秘めているといえる。

### 6.3.3 「自習ドリル」を実際に使用した大学生の感想(一部)

自習ドリルを実際に使用した大学生の感想の一部を紹介する。大学生の感想としては、たとえば、

- ・機械的な自習の時間が実験の動画を見て実際に実験をしたような雰囲気になる教材だったのでとても面白かったです。

- ・自習ドリルは面白いと思った。書く内容が明確でわかりやすかったと思う。教材としては面白いが、どうせなら先生がいる時に扱った方がより印象に残る内容のような気がした

- ・自分で実験するのではなく動画を見て結果を書くのがいいと思いました。なぜなら、自分で実験した結果は正しくできているか不安なので、結果考察を書くだけなら動画でもいいと思いました。

というように、自習ドリルをつくる研究をおもしろいなどと好意的に捉えている感想が複数みられた。しかし、本研究の「自習ドリル」は、学習者単独で成立させようとする試みであったため、

- ・自習ドリルは説明が多く、全てを読む時間がない中で自習が始まってしまったので、もっと簡潔にするか、説明する時間が必要ではないかと思いました。また結果を書く欄に実験の方法を記述する事が評価基準になっているのは、正しい評価なのか疑問に感じました。

といった疑問を含んだ意見もみられた。この意見から、あらかじめ自習ドリルの使い方について教師側の説明が必要である可能性があると考えられる。

## 7. 本研究の成果のまとめと今後の課題

本研究から、開発した教材セットが、いずれも子どもたちの結果・考察の書き方を表現する力を伸ばす効果や実験計画を立てる際に手助けする役割をもつ可能性があることが明らかになった。

しかし、本研究で作成した教材セットには、まだまだ多くの課題や改善の余地が残されているといえる。補助教材「書き方シート」や「結果カード・考察カード」の課題としては、

より多面的に複数の結果から考察を行い、妥当な考えを作り出せるようにするためのキーワードや助言が必要であることがあげられる。自習教材「結果考察自習ドリル」の課題・改善点としては、例えば、採点時に、他者と共に対話を重ねながら採点を行うことによって、自分の採点の間違いに気づいたり、採点基準の解釈の個人差や曖昧さ等気づいたりすることができる可能性がある。さらに、本検証では大学生が対象であったため大きな問題は生じなかったが、実際に「自習ドリル」を子どもたちに使ってもらう場合には、あらかじめ「自習ドリル」の使い方や作成意図について教師側の説明が必要である可能性も考えられる。

また、今回使用した自習ドリルの問題は2問しかなかったため、自分の現状を把握して必要な力を身につけるための問題を選んだり、好きな問題を選択したりすることができなかったことも課題である。そのため、身につけたい力に応じた様々な種類の自習ドリルの開発が必要であることが考えられる。今後は、子どもたちに身につけたい科学的表現力をより細かく分けて、それぞれの力が身につけられるような問題を複数用意することにより、補助教材「書き方シート」「カード」で書かれているような結果・考察の書き方のポイントをすべて網羅した「自習ドリル」を開発していくことが求められる。

### 引用・参考文献

- ・中央教育審議会答申(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」p.6

[https://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1380731.htm](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1380731.htm) (2024.02.02 閲覧)

- ・文部科学省(2017) 中学校学習指導要領解説理科編 学校図書

- ・野村真司(2018)『理科の教育』(3月号), Vol.70(No.824), pp.17-19.

- ・平賀信夫(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』(教育科学編) pp.115-122.

- ・木下博義(2013)「理科の観察・実験における小学校教師の考察指導に関する研究」(日本教育工学会論文誌)36(4) pp.439-449.

- ・文部科学省(2019)「子供たち一人ひとりに個別最適化され、創造性を育む教育ICT環境の実現に向けて」

<https://www.mext.go.jp/content/20191225->

[mxt\\_syoto01\\_000003278\\_03.pdf](mxt_syoto01_000003278_03.pdf) (2024/02/02 閲覧)

- ・平田郁美・松本拓(2021)「AI活用数学自習教材Qubenaを使ったアダプティブ教育の効果測定—共愛学園高等学校の実践事例を通して—」『共愛学園前橋国際大学論集』pp.133-148.

<https://cir.nii.ac.jp/crid/1390858397090866944> (2024/02/02 閲覧)

- ・山内慎也・郡可賀透・飯田寛志・後藤頭一(2022)「中学校理科における考察の意識に関する一考察-相互評価活動を用いた学習活動を通して-」『理科教育学研究』Vol.62 No.3 pp.643-653.

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/sjst/62/3/62\\_21058/article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/sjst/62/3/62_21058/article/-char/ja/) (2024/02/02 閲覧)