

中学校

平成 11 年 度

# 教育研究員研究報告書

理	科
---	---

東京都教育委員会

平成11年度

教育研究員名簿(理科)

分科会名	区市町村名	学 校 名	氏 名
第 1 分 科 会	文 京	文京区立文林中学校	奥 村 宏
	江 東	江東区立深川第七中学校	青 柳 敦
	北	北区立岩淵中学校	小 野 昭 二
	八 王 子	八王子市立川口中学校	中 嶋 昭 江
	府 中	府中市立府中第四中学校	宮 里 克 己
	東 村 山	東村山市立東村山第六中学校	小 原 恒 見
	狛 江	狛江市立狛江第一中学校	○ 広 瀬 成 行
第 2 分 科 会	墨 田	墨田区立錦糸中学校	柴 田 等
	世 田 谷	世田谷区立烏山中学校	青 木 久美子
	杉 並	杉並区立神明中学校	野 口 由美子
	足 立	足立区立谷中中学校	中 西 孝
	江 戸 川	江戸川区立葛西第二中学校	木 植 洋 子
	日 野	日野市立日野第四中学校	◎ 青 木 久 敏
	稲 城	稲城市立稲城第四中学校	佐々木 智

◎ 世話人    ○ 副世話人

担当 教育庁指導部中学校教育指導課指導主事    岡 田 行 雄

学習内容と日常生活との関連を重視し、興味・関心を高める指導法の工夫

## 目 次

I	主題設定の理由	2
II	「電流」の学習において、生徒の興味・関心を高め、主体的に学ぶ指導法の工夫	
1	研究のねらい	3
2	研究の方法	3
3	研究の内容	
(1)	「電流」の単元の指導上の課題	3
(2)	教材・教具の工夫	6
(3)	学習計画	7
(4)	授業展開例	8
(5)	生徒事前アンケート及び事後アンケートの調査結果による考察	11
4	研究のまとめと今後の課題	13
III	「天気とその変化」の学習で、学習内容と日常生活との関連を重視し、 興味・関心を高める指導法の工夫	
1	研究のねらい	14
2	研究の方法	14
3	研究の内容	
(1)	教員へのアンケート	16
(2)	生徒へのアンケート	16
(3)	教材・教具の開発	18
(4)	露点と湿度の求め方	20
(5)	学習計画	20
(6)	事後のアンケート分析	23
4	研究のまとめと今後の課題	24

## I 主題設定の理由

これからの新しい理科教育は、生徒が知的好奇心や探究心をもって、自然に親しみ目的意識をもって観察、実験を行うことにより、科学的に調べる能力や態度を育て、科学的なものの見方や考え方を養うとともに、自然体験や日常生活との関連を図った学習及び自然環境と人間との関わりなどの学習を一層重視することが求められている。

しかし、現在の理科教育においては、比較的単純な自然現象についての知識は身につけているが知的好奇心や探究心が十分に育っていなかったり、実験結果を基に考察し、根拠を考えたり自分で課題を見だし解決する力や科学的な思考力が十分育っていないことなどが課題としてあげられている。

私たちの周りには実に多くの自然事象があるが、それらと学習内容が結びつかず、生徒が興味・関心や目的意識をもって学習することが難しいとの指摘もある。日常的な自然事象を授業の中に取り入れ、興味・関心を喚起したり学ぶ意味を十分に把握させたりしながら学習を進めることが重要なことであると言えよう。

そこで、私達は学習に対する生徒の興味・関心を高め、主体的に学ぶ生徒を育てるには、日常生活の中でよく使われている素材を用いた教材を学習に使ったり、生活の中で体験する自然事象を学習内容と関連させて自然事象に対する興味・関心を高めたりすることが学習に対する興味・関心を高めることにつながると考え、上記主題を設定した。

なお、本研究においては、次の点に留意して研究を進めた。

- ① できるだけ身近な素材を用いて教材を工夫・製作すること。
- ② 生徒の発想をできるだけ生かすような学習展開を工夫すること。
- ③ 日常の生活で経験する事象と学習内容をできるだけ関連付けること。

この研究会では、次の二つの分科会に分かれて、それぞれ次のように研究を進めた。

### 【第1分科会】

「電流」の学習において、次の内容で研究を進めた。

- ① 身近な素材を用いた教材の開発
- ② 生徒が電流に関する規則性のある程度発見できる指導計画の工夫
- ③ 開発した教材を用いて、生徒が興味・関心を高める指導計画の工夫

### 【第2分科会】

「天気とその変化」の学習において、次の内容で研究を進めた。

- ① 興味・関心を喚起し、学習課題を把握できる教材の開発
- ② 日常生活との関連を重視した指導方法の工夫
- ③ 自ら規則性を発見できるような学習展開の工夫

## Ⅱ 「電流」の学習において、生徒の興味・関心を高め、 主体的に学ぶ指導法の工夫

### 1 研究のねらい

「電流」の学習は、「電流回路についての観察、実験を通して、電流と電圧との関係および電流の働きについて理解させる」ことをねらいとしている。「回路をつくり、回路の電流や電圧を測定する実験を行い、各点を流れる電流や回路の各部に加わる電圧についての規則性を見出すこと」が、電流の学習内容の1つの柱になっている。

「電流」の学習は、小学校においては、豆電球と電池を使って直列・並列の回路を作り、豆電球の明るさの違いから規則性を考えさせるなど、比較的定性的な内容であり、中学校においては、小学校で学習した内容を計器等を使って数値を求め、定量的に扱うことによってより確かなものとし、さらにオームの法則を学習することになっている。したがって、実験も多く生徒が楽しく学んでいる様子が見えるが、一方で「難しい」「わかりにくい」という感想がもたれがちであった。

そこで本分科会では、

- ① 身近な素材を用いて電流の学習に対して興味・関心を高めるための教材の開発
- ② 定量的な扱いになじみにくい生徒にとっても親しみやすい教材の工夫
- ③ 課題を自ら発見し、解決していけるような実験の手順や方法の工夫
- ④ 生徒が規則性を発見できるような授業の展開の工夫

をねらって研究を進めた。

### 2 研究の方法

本研究にあたり、次のような方法で研究を進めた。

- (1) 「電流」の単元を指導する上での課題の把握（教師用アンケートの実施）
- (2) 教材・教具の工夫
- (3) 指導計画の作成と実践
- (4) 実践をとおした生徒の変容の把握（生徒用アンケートの実施）
- (5) 研究のまとめと今後の課題

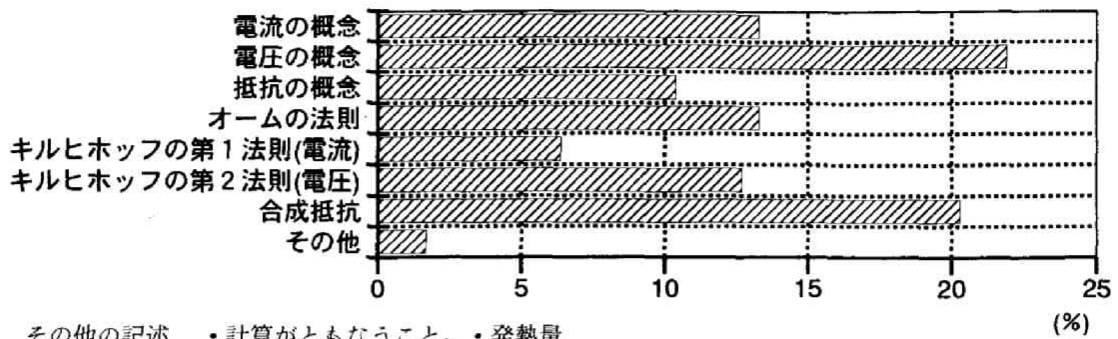
### 3 研究内容

- (1) 「電流」の単元の指導上の課題

- ① 実態調査（教師用アンケートの結果）

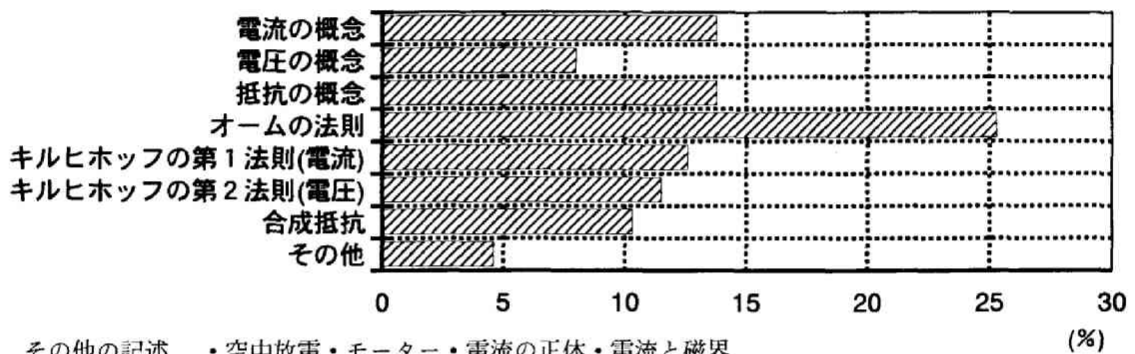
「電流」の単元について、平成11年7月に研究員の所属する地域の中学校理科の先生方60名に協力を得て、質問紙法により調査を行った。以下にその結果についてまとめた。

1 電流の単元で生徒が理解しにくいと思われる項目は何ですか。(複数回答可)



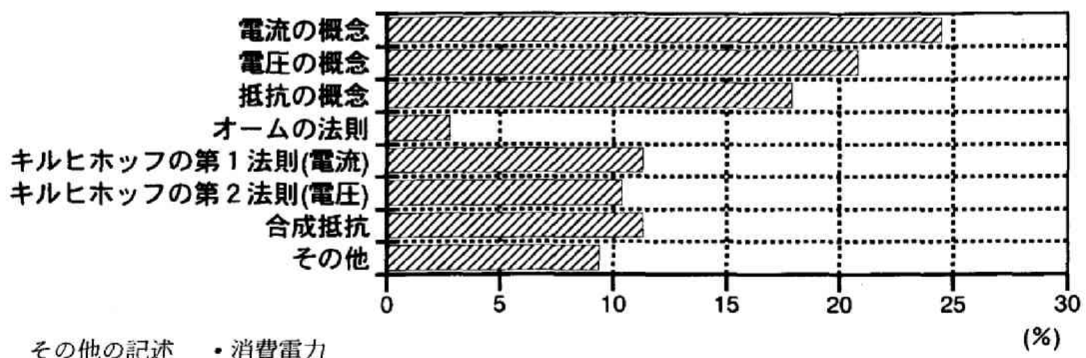
その他の記述 ・計算がともなうこと。・発熱量

2 電流の単元で生徒が興味・関心をもって学習している(しそうな)項目は何ですか。



その他の記述 ・空中放電・モーター・電流の正体・電流と磁界  
 ・実験は好きであるが内容を理解し、興味・関心をもって前向きな姿勢で学習しているかどうか不安である。

3 電流の単元で指導上、工夫をしている項目があれば、回答ください。(複数回答可)



その他の記述 ・消費電力

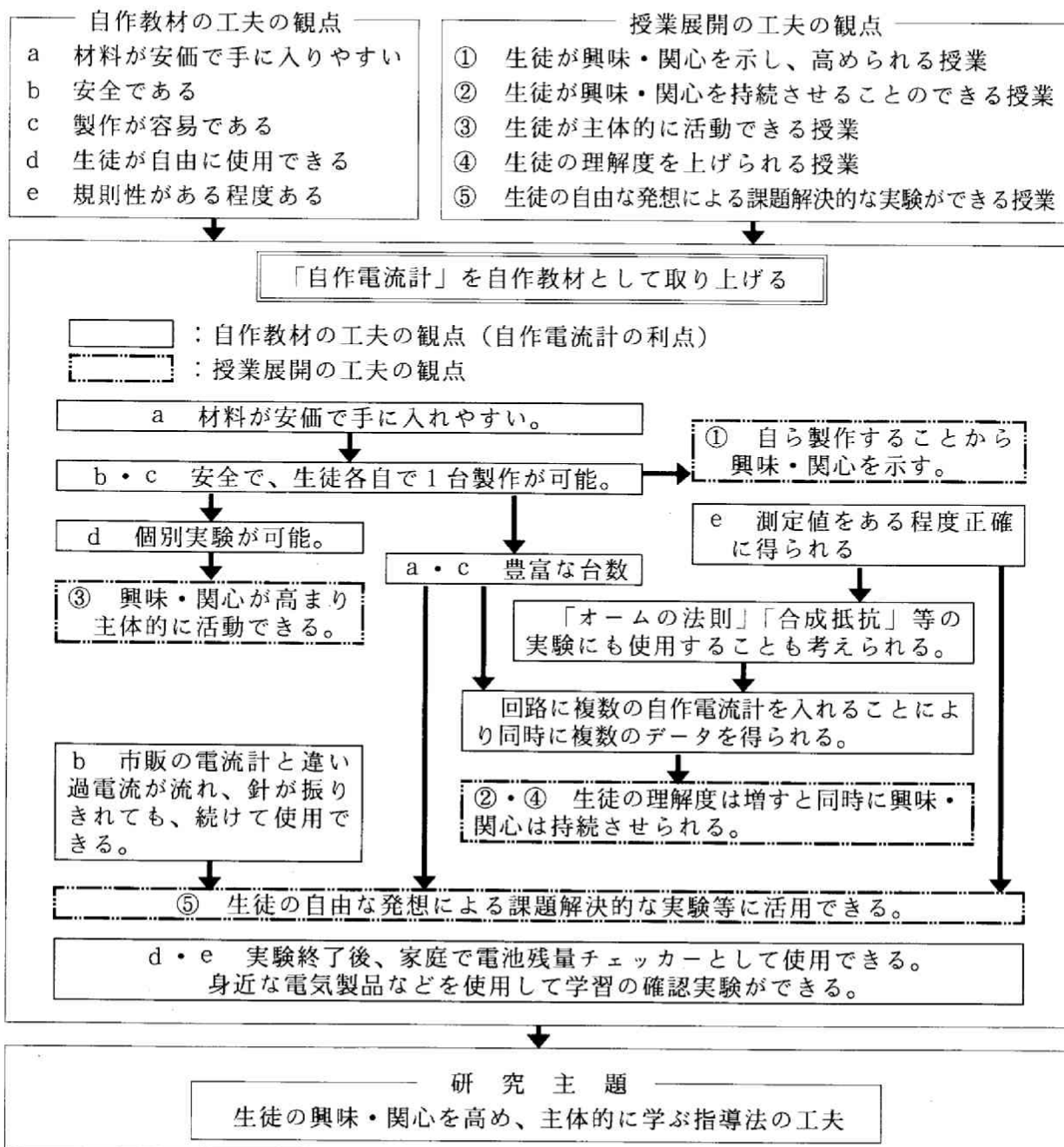
② 実態調査に対する考察(教師用アンケートの結果に対する考察)

「電流」の学習内容の中で上記の調査項目に着目し、研究を進めるための資料として、この調査を実施した。設問1の結果より、「キルヒホッフの法則の第1法則(電流)」は生徒が理解しやすいと多くの教員は考えている。しかし、その項目について設問2の結果を見てみると、生徒はあまり興味・関心を示さない、または示さないであろうと考えている教員が多い。また、設問3の結果より工夫された授業があまりなされていない、などのことが読みとれる。

本研究の主題にある「興味・関心を高める指導法の工夫」の視点から考えると「キルヒホッフの法則の第1法則（電流）」は理解しやすいが、興味・関心を示さないという点や、工夫された授業が展開されていないという調査結果について我々は注目した。

そこで、「キルヒホッフの法則の第1法則（電流）」を中心に、工夫されている授業が展開されていることが少ないと考えられる項目（「オームの法則」「キルヒホッフの法則の第2法則（電圧）」「合成抵抗」）にも生徒が興味・関心をもって学習できるようにするため、次のように「自作教材の工夫の観点」と「授業展開の工夫の観点」をまとめ、それらを踏まえて自作教材と学習計画を考え、「研究主題」に迫ることにした。

### ③ 教材の工夫・授業展開の工夫の観点と研究の方向性



(2) 教材・教具の工夫

① 工夫にあたって

本研究では、「生徒の興味・関心を高める」という視点から、自作教材による個別実験を行うこととした。そのため、身近なもので材料が入手しやすく、比較的簡単に作ることができ、安全であることに重点を置いた教材の工夫・開発に努めた。また、生徒に親しみやすい名前ということで、「電流チェッカー」と名付けた。

② 教材の製作（電流チェッカーの製作）

《材 料》・フィルムケース・ストロー（ $\varnothing 5\text{mm} \times 70\text{mm}$ ）・エナメル線（長さ5m程度）

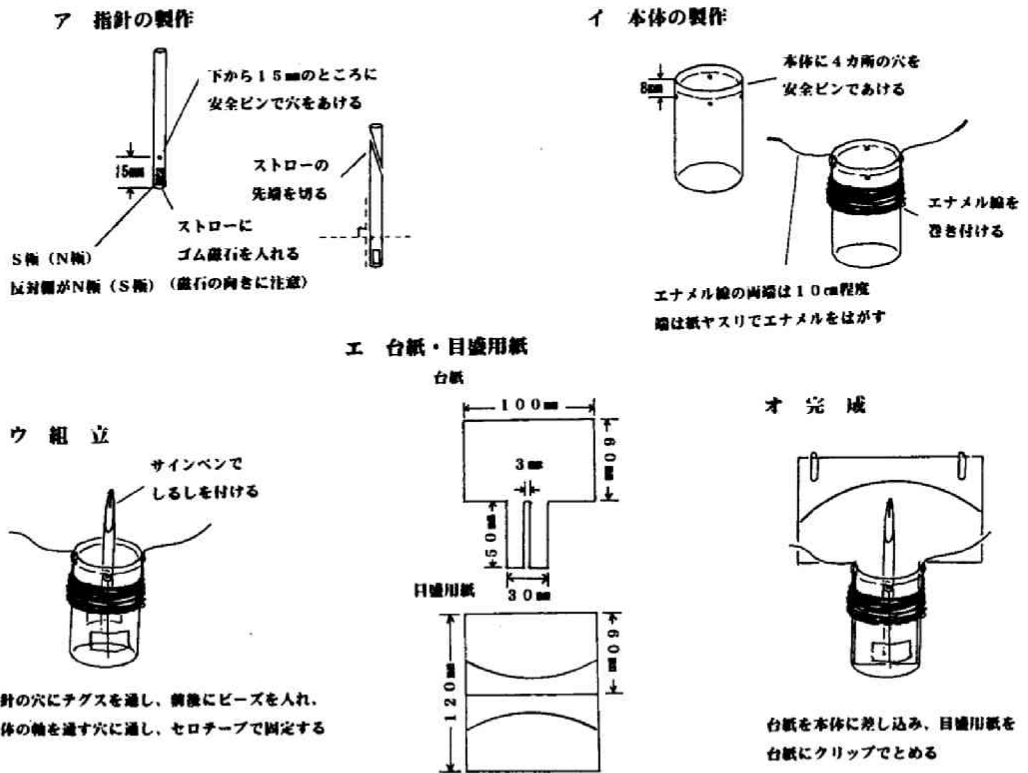
・ゴム磁石（磁化の方向が長軸方向にあるものを幅2mmに切って使用）

・板目紙・目盛用紙・テグス（10cm程度）・ビーズ（2個）・クリップ

《工 具》・はさみ・油性サインペン（細）・安全ピン（穴開け用）・セロテープ

・紙ヤスリ

《製作方法》



③ 電流チェッカーの特徴

電流計の目盛の読み方が分からなくても、振れ幅の大きさを回路を流れる電流の大きさがわかる。また、目盛を入れることにより電流計としても使用でき「オームの法則」などの実験にも使用可能である。しかし、この場合精度を高める工夫が必要である。

④ 実験方法

電流計と同様に回路に直列に入れ、回路に電流を流し、針の振れを目盛用紙にしるす。振れ幅の大きさを比べることにより回路を流れる電流の大小が分かり、それを利用することによって直列・並列回路における電流の規則性を導きだす。



(3) 学習計画

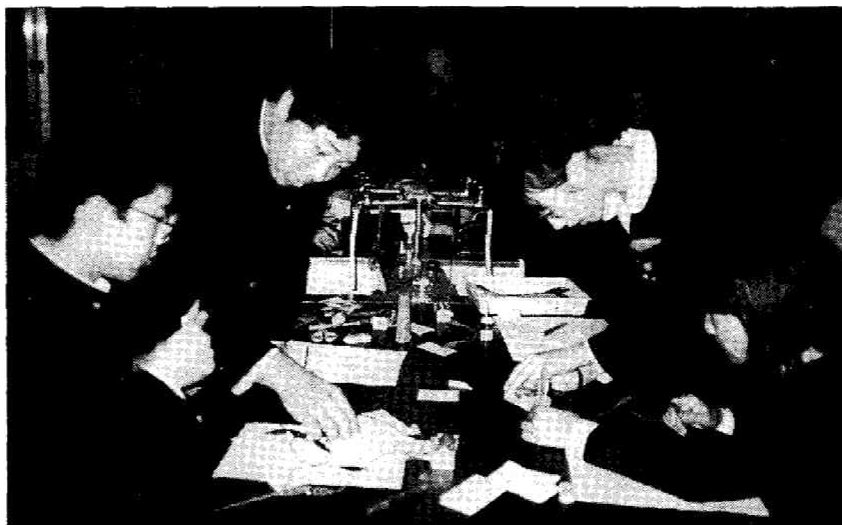
興味・関心が高められるように、生徒一人一人が電流チェッカーを製作し、さらにそれを用いて基本的な回路や、生徒が考えた回路を流れる電流の規則性が発見できるように学習計画を立てた。

学習項目	学習活動	留意点
第1次 電流の流れる筋道 (1時間)	<ul style="list-style-type: none"><li>・小学校で学習した豆電球と乾電池、電磁石、モーターを用いて簡単な実験を行い、直列回路や並列回路の配線や豆電球の明るさのちがいを確認をする。</li><li>・電流についての説明を聞く。</li><li>・電気用図記号の説明を聞く。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・電気に関する意識調査を行う。</li><li>・小学校で学習した内容の確認をする。</li></ul>
第2次 電流チェッカー製作 (1時間)	<ul style="list-style-type: none"><li>・一人1台の電流チェッカーを製作する。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・作業を一つ一つ説明し、わからないところは、個別に指導する。</li></ul>
第3次 回路を流れる電流 (3時間)	<ul style="list-style-type: none"><li>・実験1：乾電池1個と豆電球2個で、直列回路と並列回路を組み、電流チェッカーで電流の大きさを測定する。</li><li>・発展実験：乾電池1個と豆電球数個で、生徒各自が考えた回路を組み立て、電流チェッカーで電流の大きさを測定する。</li><li>・実験の考察を発表する。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・電流チェッカーのつなぎ方や記録の取り方を説明する。</li><li>・生徒自身の発想を大切にしながら個別に指導する。</li><li>・教材提示装置を使うなど、発表方法を工夫する。</li></ul>
第4次 直列、並列回路に流れる電流の大きさ (2時間)	<ul style="list-style-type: none"><li>・電源装置や電流計の取り扱い方の説明を聞き、操作方法や目盛りの読み方を確認する。</li><li>・実験1や発展実験で測定した電流の大きさを市販の電流計で再度測定する。</li><li>・実験の考察を発表する。</li><li>・まとめをする。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・電流の流れる向きや+極、-極の確認をする。</li><li>・目盛りの読み方の確認をする。</li><li>・定量的な学習に発展させる。</li></ul>



(4) 授業展開例 第3次 1/3、2/3時

	学 習 活 動	留 意 点
第3次 1時	<p>「実験1 回路を流れる電流を調べよう」</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・プリントを見ながら実験の説明を聞く。</li> <li>・実験道具を準備する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生徒が作った電流チェッカーが動くかどうか、事前にチェックしておく。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電流チェッカーに目盛用紙をクリップでとめ基準の印を付ける。</li> <li>・図1のような回路を組む。</li> <li>・電流チェッカーを図1の①の場所へ入れ、針の振れたところに印を付ける。</li> <li>・同じようにして図1の②を測定する。</li> <li>・図2、図3の測定をする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・一つ一つの作業を確認しながら、実験を進めていく。</li> <li>・電流チェッカーの針の振れが同じ方向になるようにつなぎ方を注意する。</li> <li>・生徒一人一人のペースで測定を行なわせる。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実験が終了したら、それぞれの回路の実験結果からわかったことを考察に書く。</li> <li>・発展実験のプリントを使って、数個の豆電球のつなぎ方を考え、プリントに回路図を書く。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生徒の考えを尊重しながらも、回路が複雑にならないように助言する。</li> <li>・実験1が終了した生徒には、発展実験のプリントを配布し、いろいろな回路図を考えさせる。</li> </ul>
第3次 2時	<p>「発展実験 回路を流れる電流を調べよう」</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・プリントを配布し、実験の説明を聞く。</li> <li>・各自で回路図を考え、プリントに記入する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生徒自身の発想を大切にしながら、いくつかの回路図を書かせる。</li> <li>・机間巡視をして個別に指導する。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実験道具を準備し、実験を始める。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リード線、豆電球をさらに必要とする生徒には、自由に使えるように準備しておく。</li> <li>・自分の考えた回路図と配線した回路が同じものかを個別指導しながら確認する。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実験が終了したら、それぞれの回路の実験結果からわかったことを考察に書く。</li> <li>・次回、実験のまとめを発表する生徒を決め、発表の準備をする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・同じ回路でも、生徒によって色々な配線があるので、なるべく多くの生徒が発表できるように配慮する。</li> </ul>



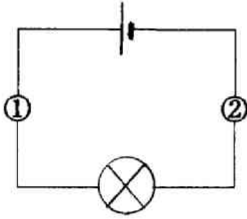
**実験 1** 回路を流れる電流を調べよう No 1

\_\_\_\_\_年 \_\_\_\_\_組 \_\_\_\_\_番 名前\_\_\_\_\_

(準備) 乾電池、乾電池ホルダー (各1個)、電流チェッカー、目盛り用紙 (3枚)  
クリップ (2個)、リード線 (赤4本、黒4本)、豆電球 (2個)

- (方法) 1. 電流チェッカーに目盛り用紙をクリップでとめ、基準の印を付ける。  
2. 図1のような回路を組む。  
3. 電流チェッカーを、①の場所に入れ、針のさす位置に印を付ける。  
4. 電流チェッカーを、②の場所に移し、針のさす位置に印を付ける。  
5. 図2、図3のような回路を組み、それぞれの場所の電流の強さを調べる。

図1



① \_\_\_\_\_

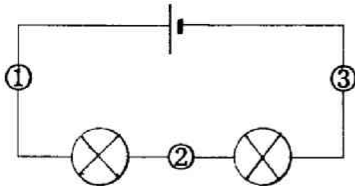
② \_\_\_\_\_

目盛り用紙

**実験 1** 回路を流れる電流を調べよう No 2

\_\_\_\_\_年 \_\_\_\_\_組 \_\_\_\_\_番 名前\_\_\_\_\_

図2 直列回路



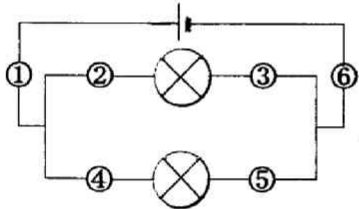
① \_\_\_\_\_

② \_\_\_\_\_

③ \_\_\_\_\_

目盛り用紙

図3 並列回路



① \_\_\_\_\_ ④ \_\_\_\_\_

② \_\_\_\_\_ ⑤ \_\_\_\_\_

③ \_\_\_\_\_ ⑥ \_\_\_\_\_

目盛り用紙

**発展実験** 回路を流れる電流を調べよう No. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_年 \_\_\_\_\_組 \_\_\_\_\_番 名前 \_\_\_\_\_

(準備) 乾電池、乾電池ホルダー (各1個)、電流チェッカー、目盛り用紙 (4枚)  
クリップ (2個)、リード線 (赤4本、黒4本)、豆電球 (数個)

回路図

目盛り用紙

考察 (自分の考え)

**発展実験** 回路を流れる電流を調べよう 考察

\_\_\_\_\_年 \_\_\_\_\_組 \_\_\_\_\_番 名前 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_の実験結果

回路図

結果

自分の考え

(5) 生徒事前アンケート及び事後アンケートの調査結果による考察

電流チェッカーを自作し、実験を行うことにより「電流」の学習に対する生徒の興味・関心がどのように変容したかを調べるために、電流チェッカーを自作して「電流」の単元を学習した2年生（1校118名）と電流チェッカーを使わずに「電流」の単元を学習した同じ学校の3年生（1校113名）の興味・関心に関するアンケートを行った。

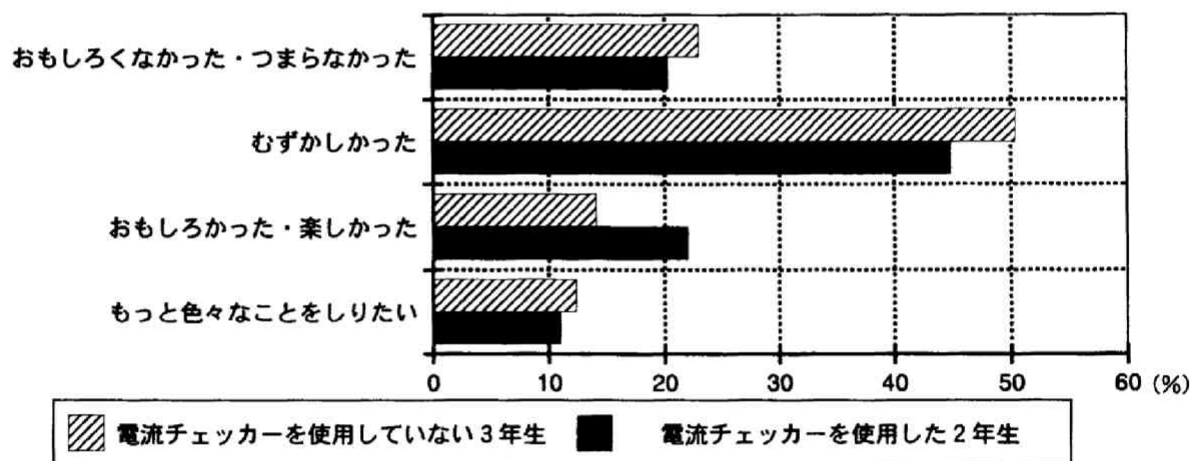
さらに、生徒が教材としての電流チェッカーをどのように感じているか、自作した2年生（1校118名）に対し、アンケートを行った。

① 「電流」の単元に関する興味・関心について

下の図の結果からみると、電流チェッカーを使用していない3年生ではおもしろくなかった・つまらなかったと感じている生徒が多いが、電流チェッカーを使用した2年生ではおもしろかった・楽しかったと感じている生徒が多い。このことから、電流チェッカーを使用した2年生は電流の学習に対し、興味・関心を持ちながら取り組めたと思われる。

2・3年生ともに、どちらもむずかしかったと感じている生徒が最も多い。確かに、電流・電圧の概念を考えたり、計算を必要とするものはいってくと、苦手意識をもちやすい。そして、この単元の内容に興味・関心を示さずに学習が終わる場合が多い。

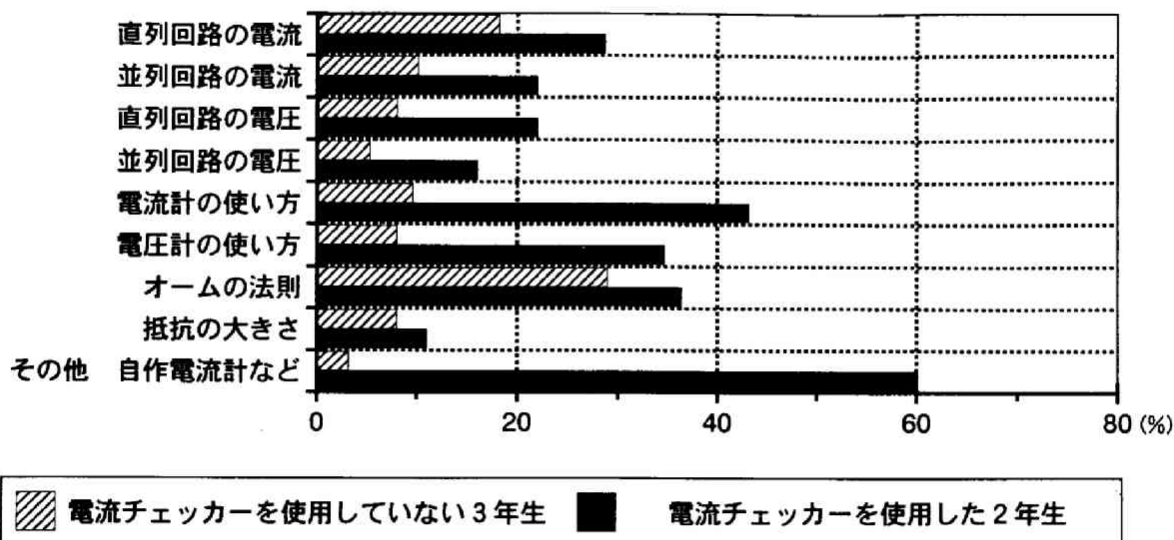
電流の学習に対するイメージ  
(1人1つ解答)



しかし、学習後に興味のある項目を回答させたアンケート結果では、電流チェッカーを使った2年生と使っていない3年生では大きな違いが見られた。

本研究を行った2年生は内容を良く理解し難しいと感じているが、同じ難しいと感じている3年生にくらべ電流の学習に興味・関心を高く示している。約60%の生徒が電流チェッカーに興味・関心があると答えていた。さらに、電流チェッカーを一人一人が自作し、実験に意欲的に取り組めたことにより、電流計・電圧計の項目が3年生の4倍の数字になった。また、難しいと考える理由の1つには、一人1台の電流チェッカーを使う結果、“他人任せにできない = 難しい”と感じるのではないかとも思われる。つまり、生徒は電流の学習に興味・関心をもっているが実験等に良く取り組んだ結果、難しいと感じるのではないだろうか。

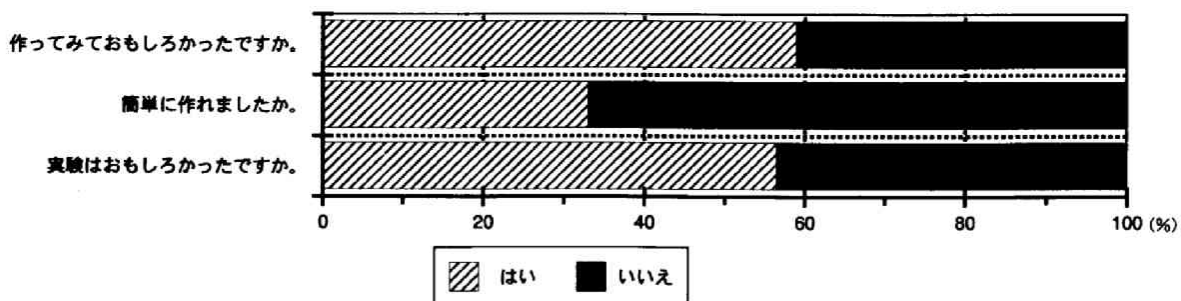
学習後、興味・関心のあった内容  
(電流チェッカーによる興味・関心の違い、複数回答可)



② 電流チェッカーのアンケート結果について

下のグラフからわかるように電流チェッカーを作ったり、使って実験をしたりすることは約60%の生徒がおもしろかったと答えている。

電流チェッカーについて



また、下の生徒の感想からもわかるように、多くの生徒がとても身近な素材からできることに驚きを感じていることがわかった。そして、実際に使うことによって電流の学習に興味・関心を持った生徒が多くいた。

- A あんなにかんたんな物で実験が正確にできることにおどろいた。  
いつもは最初からできている実験器具を使っているが自分たちで作った物で実験が成功すると達成感がある。
- B 製品の電流チェッカーを使ったことがあるけど、それが自分で簡単に作れて使えてとても良かったです。さっそく家で使ってみたらとても気持ちよかったです。

これらのことから、本研究で生徒が自作した教材を用いて行った電流の学習の興味・関心を高める指導法の工夫は有効であるといえる。

#### 4 研究のまとめと今後の課題

##### (1) まとめ

本研究では、生徒が興味・関心を高めていくことをねらいとし、教材を自分で作り、実験を個別化して回路を流れる電流の規則性を習得するための学習計画と授業展開の工夫を行った。

研究の成果については、個別実験での生徒の取り組む姿勢や事前・事後調査の結果の比較から生徒の変容の把握を行った。

##### ① 教材・教具の工夫

ア 身近な材料で電流の大きさを測れる教材をすることにより、電流の学習に対する興味・関心を高め、実験に対しても積極的に取り組むようになった。

イ 複雑な操作をすることなく、簡単に電流を測れるので、生徒にとって身近な学習内容になった。

##### ② 学習計画と授業展開の工夫

ア 実験を個別化することにより、生徒一人一人の課題に応じた学習を進めることができた。

イ さまざまな実験結果の発表会を通して、回路の描き方に習熟した。

##### ③ 実験の工夫

規則性を発見するために生徒の自由な発想を重視し、実験を通して一人一人の課題に応じた学習がなされた。

##### (2) 今後の課題

##### ① 本研究で工夫した教材・教具について

「電流チェッカー」は前述のとおり数々の利点があり、また、市販の電流計や電圧計を扱う学習にも十分有効であった。しかし、「電流チェッカー」を使って「キルヒホッフの法則」だけでなく、「オームの法則」まで活用するには、さらに精度や測定しやすさ等の工夫が必要である。

##### ② 学習計画について

学習計画を作成するに当たっては次の点を考える必要がある。

- ・生徒の思考をふまえた小さなステップの工夫
- ・予想 → 実験 → 考察を繰り返し、規則性を正しく無理なく見いだすことができる、より柔軟な学習計画の工夫
- ・個別実験の考察を全体のものとするための発表の仕方の工夫

##### ③ 実態調査から

実験における個別の作業や取り組みがふえた分、「難しい」という感覚がぬぐえなかった。これは毎日の授業での経験や取り組みが生かされるものである。そのためにも常日頃の授業から個別化への取り組みが必要であろう。

### Ⅲ 「天気とその変化」の学習で、学習内容と日常生活との 関連を重視し、興味・関心を高める指導法の工夫

#### 1 研究のねらい

本分科会では、「天気とその変化」の学習と日常生活との関連を図るために、天気の変化が毎日の生活に密着していることから、天気の変化の大きな要因の一つである雲を取り上げ、特に雲のでき方の学習を中心として研究を進めることにした。学習指導要領には「天気とその変化」の学習においては、霧や雲の発生についての観察、実験を行い、そのでき方を気圧、気温及び湿度の変化と関連付けてとらえることとある。教科書では、コップの表面につく水滴から露点を測定する実験と、閉ざされた空間を減圧させて雲を発生させる等の実験を取り扱っている。これらの実験は、視覚で変化をとらえることができるなどわかりやすい実験である。

しかし、生徒の学習の実態として、水蒸気と水滴の区別がついていないことや気温と飽和水蒸気量の関係を示すグラフや湿度の計算など、つまづきやすい項目が多いことも事実である。

そこで私達は、「天気とその変化」の学習の中で、空気中の目に見えない水蒸気を目に見えるようにすることにより、空気中の水蒸気の存在や温度の違いによってできる水滴の量の違いに気づくことができる教材の開発と指導計画の作成をねらって研究を進めた。

なお、本分科会では

- ① 「空気中の水蒸気」の学習形態に関する課題と分析
- ② 学習の興味・関心を高めるための身近な素材を用いた教材の開発
- ③ 日常生活との関連を重視し、生徒が主体的に学習する指導計画の工夫を中心として研究を行った。

#### 2 研究の方法

本研究にあたり次のような方法で研究を進めた。

- (1) 研究のねらいの設定
- (2) 「空気中の水蒸気」の学習指導に関する調査・分析
- (3) 教材・教具の工夫と開発
- (4) 主体的に学習する指導計画の工夫
- (5) 授業実践と学習後の事後調査分析
- (6) 研究のまとめと今後の課題

#### 3 研究内容

- (1) 教員へのアンケート

この調査は、「天気とその変化」の学習で、指導上困難であると考えられることや工夫をしていることを調べるために、都内の各地域（墨田区・世田谷区・杉並区・足立区・江戸川区・日野市・稲城市）の理科の教員計114名に対してアンケート調査を行ったもので



ある。

以下に、その結果とまとめ及び考察をした。

〈表1〉 教員用アンケートの設問と結果

(設問)「天気とその変化」の単元の学習で、指導上困難であると思われることに○をつけて下さい。(いくつでも可)		
回	① 乾湿計の使い方を教えるにくい。	5%
	② 水の三態変化が教えるにくい。	1%
	③ 空気中の水蒸気の存在を認識させにくい。	26%
	④ 飽和水蒸気量の概念を理解させにくい。	58%
	⑤ 露点に関する説明がしづらい。	32%
	⑥ 湿度の計算が教えるにくい。	33%
	⑦ 雲の発生の原理が教えるにくい。	11%
答	⑧ はっきりと目に見えるような雲を実験でつくりにくい。	19%
	⑨ 水の循環の様子が教えるにくい。	2%
	⑩ その他(回答の一部) ・気象そのものを教えることに困難はないが、分数の計算や比の概念など、基礎的な部分で理解の遅れている生徒が多い。	

【教員へのアンケート調査に対する考察】

調査結果から、「天気とその変化」の単元で、飽和水蒸気量の概念・湿度の計算・露点の説明・空気中の水蒸気の存在の認識等が、授業を行う上で困難がある、と考えている教員が多いことがわかった。特に、飽和水蒸気量の概念を教えることに関しては、6割近くの教員が困難を感じている。これは、用語の難しさに加えて、グラフなど数値的な扱いを多く伴うことが要因と考えられる。

(2) 生徒へのアンケート

この調査は、「天気とその変化」の学習に関する履修前の生徒の状況について、都内の各地域(計7校)の中学2年生、計664名に対して平成11年9月上旬に、アンケートを行ったものである。

以下に、その結果とまとめ及び考察をした。

〈表2〉 生徒用事前アンケートの設問と結果及び設問の観点

No.	設 問	回 答	%	設問の観点
1	テレビや新聞で天気予報をみますか。	見 る	91	関心・意欲・態度
		見 ない	9	
2	自分で、天気を予測したことがありますか。	あ る	53	科学的な思考
		な い	45	

3	天気を予測したことであなたの生活に役立ったことがありますか。	あ る	43	日常生活とのかかわり
		な い	52	
4	空を見上げて、雲の様子を見ることがありますか。	あ る	84	関心・意欲・態度
		な い	14	
5	日常生活で、気温を確かめたことがありますか。	あ る	61	観察・実験の技能 科学的な思考
		な い	38	
6	天気予報の解説の内容が分かりますか。	分 か る	16	知識・理解
		だいたい分かる	67	
		分からない	19	
7	雲は、何でできているか知っていますか。答と思うものに○をつけなさい。	①水 蒸 気	83	知識・理解
		②水 滴	8	
		③知らない	9	

#### 【生徒へのアンケート調査に対する考察】

調査結果から、9割以上の生徒が日頃から天気予報に関心を持ち、多くの生徒はその内容をだいたい分かると答えている。

また、8割を越える生徒が空の雲の様子を日頃から見ているが、自分で天気を予測したことのある生徒は5割強であり、天気の予測が日常生活に役立っていることを認識している生徒は4割強にとどまっていることが分かる。さらに、自ら気温を調べたことのある生徒は6割前後いることが分かった。

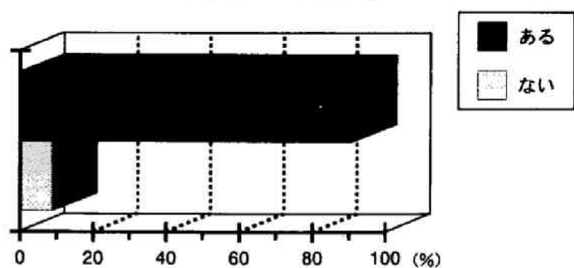
『天気とその変化』の単元を学習するに当たって、天気の変化に関して大きな役割を果たす『雲』に関する項目では、雲が水蒸気

からできていると、誤認している生徒が8割以上いる。という結果を得た。1年生の1分野の「水の三態変化」で、

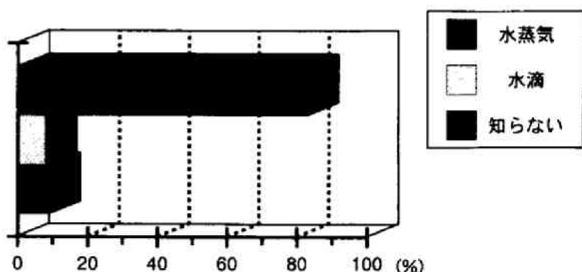
- ・目に見える状態（液体）→ 水
- ・目に見えない状態（気体）→ 水蒸気

ということを学習済みであるが、「水」という物質の、気体の状態である「水蒸気」と、液体の状態である「水滴」との認識が不十分であることが分かった。このことが、「天気とその変化」の学習の中の、特に「空気中の水蒸気」の学習を難しくしている原因と考え、このような問題の解決を目指して『空気中の水蒸気』の学習を5時間で進める指導計画を作成した。

「テレビや新聞で天気予報を見ますか」



「雲は何でできているか知っていますか」



### (3) 教材・教具の開発

#### ① 開発にあたって

本研究では、興味・関心を高めるために（視覚にうったえる）教材と、（日常生活との関連を図る）教材の2つを開発の観点として研究を行った。

##### ア 視覚にうったえる教材

気体として空気中に存在する水蒸気を、水滴として目に見える形で取り出すことに重点を置いて開発した。これまでの雲を作る実験では、減圧させ一時的に断熱膨張の状態をつくって水蒸気を水滴に変えていたが、減圧率や温度変化が小さいため思うように水滴を作ることが出来なかった。そこで本研究では、減圧による状態変化を省き、空気中の水蒸気の存在を、「水滴として現れる現象」で確かめられることを中心に考え、温度変化のみで行うこととした。このようにすることで、減圧の方法として用いてきたピストンやフラスコという限られて空間ではなく、隔たりのない空気中で現象を確認でき、線香などの煙を使用しないため、白い煙状に見える水滴と線香などの煙との混同を避けられると考えた。

##### イ 日常生活との関連を図る教材

最近生鮮食料品や洋菓子などの保冷剤として使用されているドライアイスを利用することとした。ドライアイスは $-78^{\circ}\text{C}$ の二酸化炭素の固体で、軍手などを使うことで直接手で扱うことができ、大きさや形も自由に変えられ、冷却効果にも優れている素材である。このドライアイスを利用することで急激な低温状態を作り出すことができた。

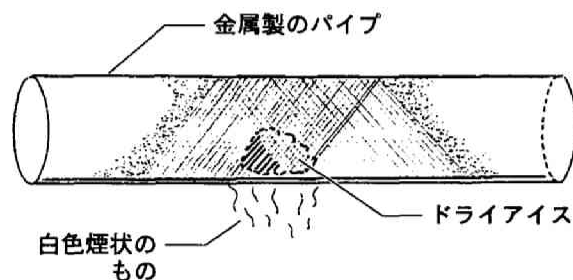
しかし、ドライアイスを使うには問題点もあった。ドライアイスを常温に放置するだけで、ドライアイスと接している空気中の水蒸気が状態変化を起こし、水滴となり白い煙状で現れるが、この煙の正体について、「ドライアイスが状態変化したために発生する二酸化炭素ではないか」という誤った認識を抱く生徒も多かった。この問題点の解消に、ドライアイスをあくまで他の物質の冷却剤として利用し、間接的に空気と触れさせる方法を考えた。

#### ② 開発した教材

ドライアイスによる金属製パイプの冷却

##### ア 準備と方法

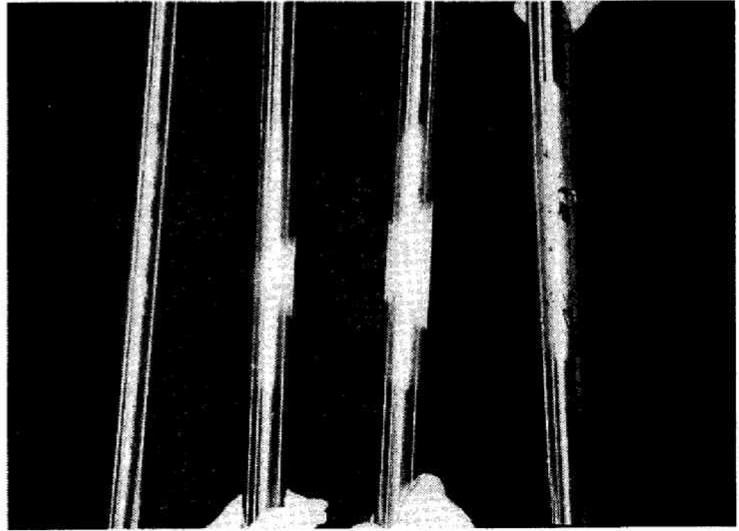
金属製のパイプは、ホームセンターなどで入手できるステンレス製で長さ40cm前後、直径35~40mm、厚さ1mm程度のものが最適である。ステンレスはやや重い、金属光沢があり、表面に着くくもりが見やすい。長さは、冷え方によるくもり方の変化が現れやすいことを基準にし、直径は、ドライアイスの入れやすい大きさを考えて決めた。アルミニウム製のものでも行ったが、表面の



金属光沢がないためくもり方がわかりにくく、熱の伝わり方も良くなかった。

ドライアイスは、季節によって入手しにくい時期もあるが、教材販売店などで入手できる。扱いは低温やけどに注意し、軍手着用で行い、小型の金槌や木槌などを用いて適当な大きさに砕き使用する。

用意したステンレス製のパイプの中央部に、ドライアイスを入れる。挿入時は滑りやすく中央に落ち着かない場合があるが、ガラス棒などで押さえると安定する。数秒で空気中の水蒸気が氷結しパイプ内壁と結合するので、多少パイプを傾けても滑り出すようなことはない。挿入直後より、ドライアイスがある部分から、パイプの両端に向かって段階的に水滴が付着しはじめる。ドライアイスが入っている



部分は氷着し、表面付近の空気が白い煙状になって現れてくるのが観察できる。表面に付着した水は、端にいくにしたがって細かい氷から水滴に変化していく。

#### イ 特 性

金属製のパイプを用いることで、次の効果が期待できる。

- ドライアイスを使用して金属製のパイプを冷やしたので、ドライアイスの表面から出る白い煙を意識せずにすむ。
- 冷たい缶ジュースなどの表面についた水滴の現れ方と原理や素材が同じことから、日常生活との関連も意識させやすい。
- 金属の性質から、温度の変化の勾配を金属製のパイプの表面のくもり方で観察することができ、水の状態変化と温度の関係を意識させやすい。

#### ウ 今後の課題

今回は市販の金属製のパイプを利用したが、より日常生活との関連を意識させるためには、身の回りにあるものを利用できることが最適である。清涼飲料水などのスチール缶やアルミニウム缶などの活用も考えられる。また、冷却剤として利用したドライアイスについても、生徒にとっては非常に興味を引く素材であるので、本単元中の「雲の発生」などで関連づけて活用していくことが望ましい。

(4) 露点と湿度の求め方

① 露点の測定の実験について

露点の測定を行う際には、実験装置の温度変化を均一にしたり、水滴の付着を検出しやすくしたりすることが特に重要である。しかし、生徒が通常入手しやすい器具を用いて実験を行うには、精度に限界があるので留意すべき点を以下に述べる。

- A 市販のステンレスコップを使用する（熱伝導率がよい）
- B ステンレスコップの外側にセロテープを貼る（水滴を発見しやすい）
- C くみ置きの水を使う（気温に近い水温である）
- D 水を直径2 cmほどの試験管につめる（ゆっくり冷却できる）

② 露点の読みとりについて

なるべく時間をかけて、水の温度を変化させることによって、

$$\text{水の温度} = \text{金属表面の温度} = \text{金属の周囲の空気の温度}$$

となるはずであるが、生徒は水滴ができていくことに気づくのが遅れ、実際の露点より低い温度で読みとる傾向があり、乾湿計で求めた湿度より低くなるが多かった。

③ 露点の算出方法について

そこで、次のアとイの2つの温度を読みとりその中間値を露点とした。

ア 金属コップの中の水を氷入りの試験管でゆっくり冷やし、金属の表面がくもり始めたときの温度

イ 金属コップの水の中から氷入りの試験管を外し、ゆっくり温度を上げ、金属の表面のくもりが消えたときの温度

$$\text{（ア くもり始めたときの温度} + \text{イ くもりが消えたときの温度）} \div 2 = \text{露点}$$

④ 生徒の実験記録より湿度を計算する

従来の求め方と新しい求め方で結果を比べてみると、次のような結果になった。

実験日 1999年12月4日（土） 時間 9：50～10：40

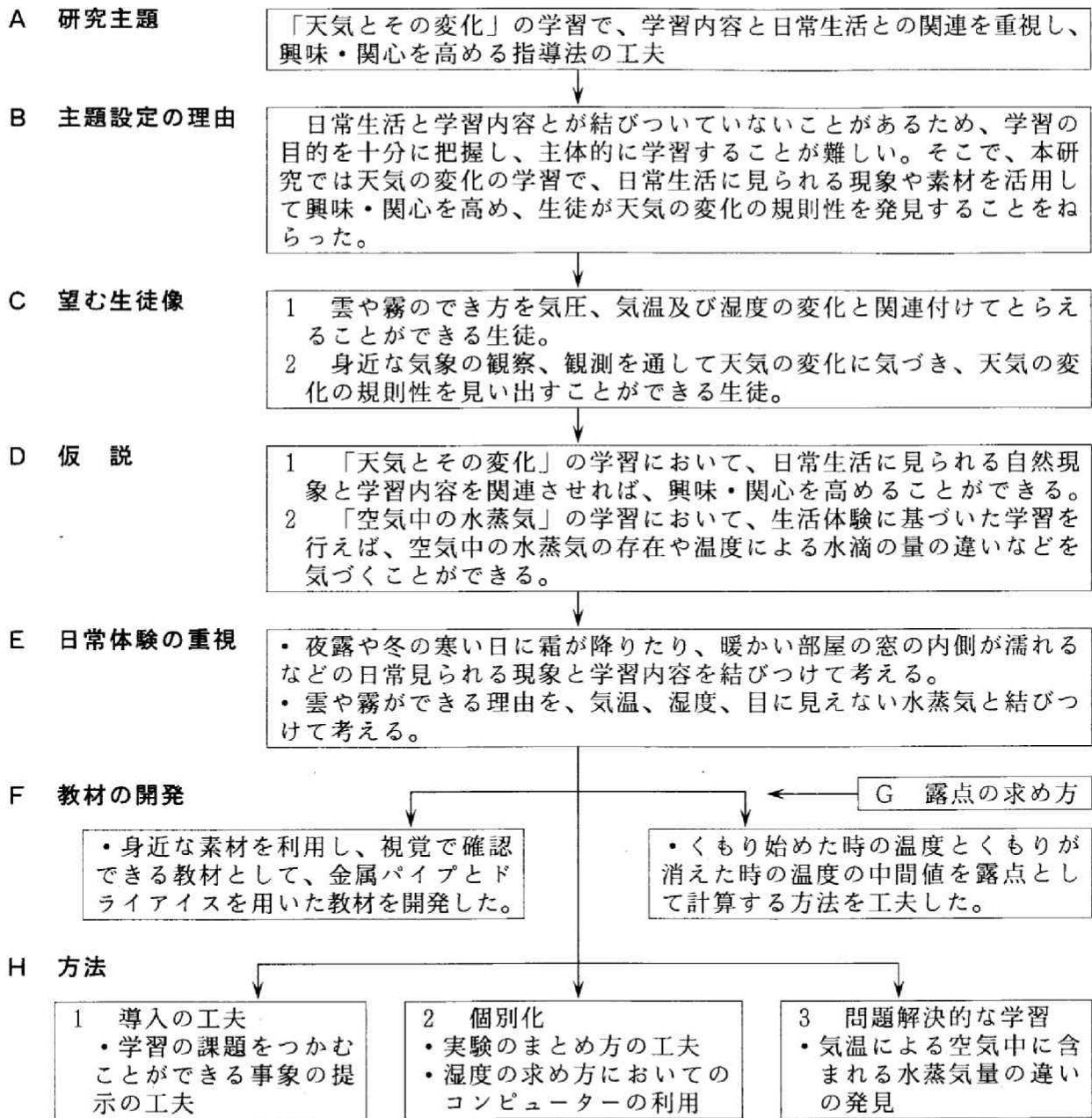
乾湿計から読みとった湿度：乾球温度19℃（気温）湿球温度14℃

以上の結果を、湿度表から読みとると、湿度は54%となる

	従来の求め方	新しい求め方
くもり始めたときの温度	8℃	8℃
くもりが消えたときの温度	測定しない	11℃
中間値（露点）	計算しない	$(8 + 11) \div 2 = 9.5^\circ\text{C}$
19℃の時の飽和水蒸気量	16.2 g	16.2 g
露点より8℃又は9.5℃の時の飽和水蒸気量	8.3 g	9.1 g
湿度を求める	$8.3 \div 16.2 \times 100 = 51.2\%$	$9.1 \div 16.2 \times 100 = 56.1\%$

以上のような結果となり、くもり始めたときの温度とくもりが消えたときの温度の中間値を露点とした方が、乾湿計の結果に近いことがわかる。

### 研究構造図（学習計画までの流れ）



#### (5) 学習計画

研究構造図を基に次のような学習計画を作成した。

学習項目	主な実験	学習ポイント
1 空気中の水蒸気を見てみよう	・金属パイプの表面のくもりの観察 ・ピーカー内のドライアイスに息を吹きかける	・空気中の水蒸気の種類 ・温度による水滴のでき方の違い
2 雲のでき方	・カップ麺容器とペットボトルで雲発生 ・丸底フラスコとピストンで雲の発生	・雲のでき方
3 露点を調べてみよう	・ステンレスコップを用いた実験	・露点の概念 ・露点を求める
4 湿度を求めてみよう	・露点の測定結果から飽和水蒸気量と湿度を求める。	・飽和水蒸気量 ・湿度の計算
5 水の循環		・大気中の水循環

① 授業の展開例 1時間目 「空気中の水蒸気を見てみよう」

学習項目	学 習 活 動	留 意 点
1 気象観測	天気、気温、湿度、気圧、雲量などを観測し、ワークシートに観測結果を記入する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>一人一人が観測を行うように配慮する。</li> <li>○気象観測の機器と観測のしかたを習得したか。</li> </ul>
2 沸騰しているやかんの様子に注目してみよう。	<ul style="list-style-type: none"> <li>やかんで湯をわかし、その様子に注目する。</li> <li>① このまま続けていくとどうなるだろうか。</li> <li>② 減った水はどこへ行くのだろうか。</li> <li>③ 逃げていった水蒸気を水滴にして捕まえてみよう。</li> </ul> ・ワークシートに記入する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>本時の目標を明確にする。</li> <li>○空気中の水蒸気の存在に関心を示したか。</li> </ul>
3 空気中にある水蒸気を水滴にして見た経験を発表してみよう。	<ul style="list-style-type: none"> <li>空気中の水蒸気、水滴について認識する。</li> <li>① 空気中にある水蒸気を、水滴にして見た経験を発表してみよう。</li> <li>② 考える手がかりとして、日常生活での経験をよく思い出してみよう。</li> <li>③ 経験をワークシートにまとめてみよう。</li> <li>④ 水蒸気を水滴にして捕まえるために、ドライアイスを使ってみよう。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>生徒の考えを重視する。</li> <li>○日常生活からの経験より、空気中の水蒸気を水滴にして見える現象をあげることができたか。</li> </ul>
4 長い金属製のパイプの中にドライアイスを入れて反応を見てみよう。	<ul style="list-style-type: none"> <li>金属製のパイプにドライアイスを入れて準備する。</li> <li>① 金属製のパイプの中にドライアイスを入れて、外の様子を観察しよう。</li> <li>② 周りの空気の様子に注目し、スケッチをしよう。</li> </ul> 水滴として見えている部分がどうなっているか。 <ul style="list-style-type: none"> <li>結果を発表しよう。</li> <li>① パイプの様子についてあげてみよう。</li> <li>② ドライアイスで冷やしている部分の様子はどうなっているのだろうか。</li> <li>③ 霜や白い煙状のものは、どこからきたのか。</li> <li>④ 空気中の水蒸気が水滴に変化する様子を、日常生活や温度変化を手がかりとして説明してみよう。</li> <li>⑤ ワークシートに記入しよう。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ドライアイスの取り扱いについては、安全面での配慮を十分する。</li> <li>ドライアイスは、素手では扱わず、軍手をはめて扱うように注意する。</li> <li>実験の方法を班員全員に周知し安全確認を行う。</li> <li>○大気中の水蒸気に関心をもち、進んで実験し観察しようとしたか。</li> <li>○空気中の水蒸気の変化を調べる実験結果から、温度が下がると水滴になることを日常生活の経験より説明できるか。</li> </ul>
5 ドライアイスに息をふきかけてみよう。	<ul style="list-style-type: none"> <li>ドライアイスに注目する。</li> <li>① そのままおいたドライアイスと、息をふきかけたドライアイスと比較しよう。</li> <li>② 空気中の水蒸気量はどちらの方が多いか。</li> <li>③ ワークシートに記入する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○空気中の水蒸気量の違いによる現象に関心を示したか。</li> </ul>
6 今日の学習のまとめをしよう	<ul style="list-style-type: none"> <li>ワークシートに記入し、本時の内容と取り組みを確認する。</li> <li>① 空気中に水蒸気があること。</li> <li>② 水蒸気と水滴の違いが分かること。</li> <li>③ 温度によって水滴の現れ方に違いがあること。</li> </ul> ・次の時間の説明を聞く。	<ul style="list-style-type: none"> <li>○本時の目的を理解できたか。</li> </ul>

② 授業の展開例 3時間目 「露点を調べてみよう」

学習項目	学 習 活 動	留 意 点
1 温度変化と水の状態変化の関係 2 飽和の概念 3 露点の概念 4 露点の測定	<p>① 空気中に水蒸気が含まれている。</p> <p>② その量には限界がある。 そのために、水滴（くもり）が出てくることを理解する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実験のワークシートに実験室の気温と湿度を測定し、記入する。</li> <li>・空気の温度によって水滴が出てくる温度が違うことを理解する。</li> <li>・露点の測定を行う。</li> <li>・実験ワークシートを回収する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・飽和、露点、飽和水蒸気量に関しては、次の時間にワークシートで学習を行う。</li> <li>・実験を行う時間を十分に確保する。</li> <li>・実験前に、乾湿計を用いて気温と湿度を測定させる。</li> <li>・きちんとデータを取る。</li> </ul>

③ 授業の展開例 4時間目 「湿度を計算によって求めてみよう」

学習項目	学 習 活 動	留 意 点
1 飽和水蒸気量の概念 2 湿度の計算	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新しいワークシートと前時の露点の実験のワークシートを受け取る。</li> </ul> <p>① 飽和水蒸気量のグラフの作図を行う。</p> <p>② 露点の測定結果を転記する。</p> <p>③ 実験時の気温・湿度を転記する。</p> <p>④ 実験時の飽和水蒸気量を棒グラフで表す。</p> <p>⑤ ④の飽和水蒸気量をグラフから読みとる。</p> <p>⑥ ⑤の結果から、露点の実験を行った時の湿度を計算によって求める。</p> <p>⑦ 露点の実験を行った時の気温で、あとどれだけの水蒸気を含むことができるか、計算によって求める。</p> <p>⑧ 露点の実験を行った時の、乾湿計から読みとった湿度と計算によって求めた湿度の比較をする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ワークシートを回収する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・なるべく生徒の自主的な学習で進ませる。</li> <li>・ワークシートは番号順に進めていくのが理想であるが、飽和水蒸気量のグラフを初めに作図すれば生徒が自由に進めてかまわない。</li> <li>・「露点の測定」の実験で得たデータをもとに、計算を行う。</li> <li>・グラフの作図を行うことによって、視覚的に理解させる。</li> </ul>



(6) 事後のアンケート分析

前述の学習計画に基づいた授業を行った後の生徒の変容を把握するため、本研究の学習を履修した後の11月に、都内各地域の中学生173名に対して、アンケート調査を行った。

表3に、その設問と結果をまとめた。

〈表3〉 生徒用事後アンケートの設問と結果及び設問の観点

No.	設 問	回 答	%	設 問 の 観 点
1	自分で天気を予測できるようになりましたか。	はい	21	科学的な思考
		いいえ	71	
2	空気中の水分を意識するようになりましたか。	はい	39	観察・実験の技能 科学的な思考
		いいえ	55	
3	なぜ雲ができるのか分かるようになりましたか。	はい	80	日常生活とのかかわりあい
		いいえ	13	
4	天気予報の解説が分かるようになりましたか。	はい	59	知識・理解
		いいえ	33	
5	雲は何からできているか分かりましたか。	① 水蒸気	56	知識・理解
		② 水滴	34	
		③ 知らない	3	
6	身近な気象現象に興味を持てるようになりましたか。	はい	50	関心・意欲・態度
		いいえ	43	

【生徒への事後アンケート調査に対する考察】

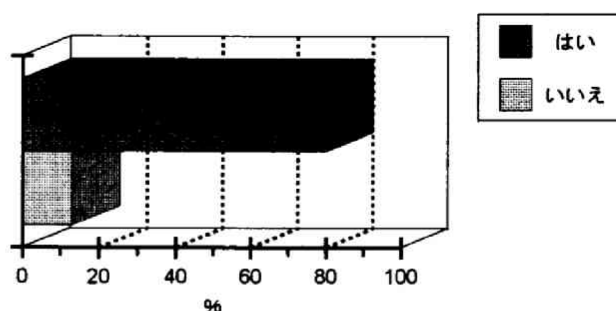
事後調査の結果から、雲のでき方が分かった生徒が8割に達し、雲をつくる物質が水滴であることを理解できた生徒は、履修前に比べ約4倍に達したことが分かった。

これにより、本研究の主題である「空気中の水蒸気」の存在とその果たす役割を、生徒が認識し理解できる教材を開発する上で、大きな進歩があったことが認められる。

一方、飽和水蒸気量の概念や湿度の計算、グラフの読み方や複雑な計算を伴うことに苦手な生徒もあり、身近な気象現象に興味をもてない生徒が4割強いるのはそのためだと考えられる。また、天気予報の解説を理解し、自分で天気を予測するためには、「天気とその変化」の単元全体を通しての教材開発が不可欠である、と言える。

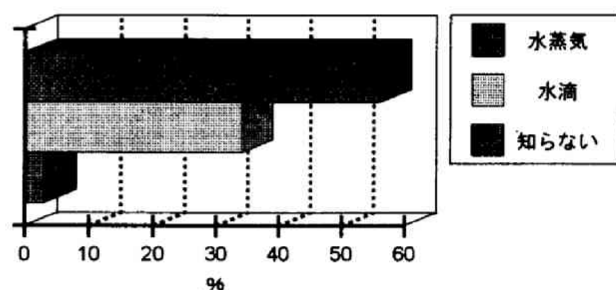
事後アンケート（生徒用）

3. なぜ雲ができるかわかるようになりましたか



事後アンケート（生徒用）

5. 雲は何でできているか分かりましたか



#### 4 研究のまとめと今後の課題

研究の成果については、生徒のワークシートの記入結果や自己評価・感想、及び学習後のアンケートの結果を比較、検討することにより分析した。

##### (1) まとめ

###### ① 指導内容・方法の工夫

ア 生徒対象のアンケートの結果より、日常的に天気には関心が高いものの、実際の科学的な知識には、かなりの誤認識があることがわかった。特に「雲を水蒸気」と思っている生徒が圧倒的に多いので、目で見ることができない「空気中の水蒸気」の存在について、わかりやすく生徒に伝えることができる教材をさがすことが第一の課題であった。本研究では、ドライアイスで冷却剤として選択し、研究にあたった。その結果、ほとんどの生徒が、興味・関心をもって実験に意欲的に取り組むことがわかり、ドライアイスが効果的な教材であることを裏付けた。

イ 金属製パイプをドライアイスで冷却することで、「空気中の水蒸気」を水滴として発見し、自ら空気中の水の存在を確認することができた。

ウ 日頃から天気に関心を持ち、実際に空を見たり、テレビの天気予報を見て、その解説が理解できることを目標の一つとした。日常生活の中で見られる様々な自然現象を科学的に考える姿勢を作る一つのきっかけになったことは有意義であった。

###### ② 教材・教具の工夫

空気の温度を下げることで、空気中の水分を目に見えるようにするための教材としてドライアイスを用いた。さらに、研究を進めていく中で、金属製のパイプにドライアイスを入れ、徐々に水滴ができていく変化に気づかせる方法を工夫した。このことは学習内容と日常生活との関連を図ったり、気温と露点の関係に気づかせる上で有効であった。

また、この教材を使うことにより、ほとんどの生徒が雲のでき方について理解し、雲をつくる物質が水滴であることを理解できた生徒は、履修前に比べ約4倍に達したことが、事後調査の結果から分かった。

##### (2) 今後の課題

日常的に興味・関心をもっている自然現象でも、いざ科学的に思考しようとすると、誤った理解をしたり、科学的に解釈することを避けようとする生徒がいる。学習をわかりやすく、しかも興味・関心を高め、主体的に学ぶことができる授業に工夫改善することが必要である。本研究では、生徒が主体的に学習を進めていくために、学習順序を生徒に選ばせることにした。P. 20(5)の学習計画の1の後に2を行い、その後で3, 4, 5と進めるパターンと1の後に3, 4を先に学習して、その後2, 5と進めるパターンを選択して学習できるように考えた。同じ教室の中で、生徒がそれぞれ自分で選んだ方法で、自由に実験ができることも、主体性を育てる上で大切な要素になってくる。今後も、日常生活の中から、科学的思考を育てる現象や教材を探し、生徒が自主的に学習できるような授業を工夫・改善を続けていくことが必要である。