

中学校

平成 17 年 度

# 教育研究員研究報告書

|   |   |
|---|---|
| 理 | 科 |
|---|---|

東京都教職員研修センター

## 研究主題

### 興味・関心を育てる個に応じた指導法の工夫

## 目次

|   |    |
|---|----|
| <b>I 主題設定の理由</b>  | 2  |
| <b>II 「光の学習」における興味・関心を育てる個に応じた指導法の工夫<br/>～生徒自作による簡易光学装置の活用～</b>                     |    |
| 1 研究のねらい  | 3  |
| 2 研究の方法   | 3  |
| 3 研究の内容   |    |
| (1) 実態調査  | 4  |
| (2) 教材・教具の工夫  | 6  |
| (3) 学習指導計画  | 8  |
| (4) 学習展開例   | 9  |
| (5) 評価計画  | 10 |
| (6) 生徒の変容   | 11 |
| 4 研究のまとめと今後の課題  | 13 |
| <b>III 「大気中の水蒸気の変化の学習」における興味・関心を育てる個に応じた指導法の工夫<br/>～寒剤を用いた露点の測定と飽和水蒸気量の曲線のモデル化～</b> |    |
| 1 研究のねらい  | 14 |
| 2 研究の方法   | 14 |
| 3 研究の内容   |    |
| (1) 実態調査  | 15 |
| (2) 教材・教具の開発  | 16 |
| (3) 学習指導計画  | 19 |
| (4) 学習展開例   | 19 |
| (5) 評価計画  | 21 |
| (6) 生徒の変容   | 22 |
| 4 研究のまとめと今後の課題  | 24 |

## 研究主題

### 興味・関心を育てる個に応じた指導法の工夫

#### I 主題設定の理由

学習指導要領に示されている中学校理科の目標である「自然に対する関心を高め、目的意識をもって観察・実験などを行い、科学的に調べる能力と態度を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を深め、科学的な見方や考え方を養う。」ということ踏まえ、中学校理科での個に応じた指導と評価を一層進める必要がある。

「理科離れ」が叫ばれている今日、中学校理科の学習における観察・実験の重要性はどの教員も実感していることである。しかし、実態は観察・実験の重要性を理解していても、実験器具の数が不足していて生徒実験の回数が少なく実験に不慣れな生徒が漸増しているように見受けられる。観察・実験を行うことができても基礎的操作が不十分で理解しにくかったり、結果を求める過程の計算が難しかったりでは興味・関心をもてるものではない。生徒一人一人が目的意識をもって観察・実験に主体的に取り組むためには、個別実験ができる場を工夫して、まず実験に慣れさせることが急務と思われる。また、評価についても毎時間それぞれの授業において、生徒一人一人の関心・意欲・態度や技能・表現を的確に把握し、評価できなければ、個々の生徒の課題を明確にすることはできないと考えた。

そこで私たちは、基礎的・基本的な学力の定着を目指したうえで、生徒一人一人が自然の事物・現象に興味・関心をもつことにより、意欲的に探究する活動が行える学習の内容について明らかにするとともに、個に応じた指導法や評価を検討し具体化するため、本主題を設定した。

「興味・関心を育てる個に応じた指導法の工夫」とは、教師が単位時間の中で生徒一人一人に興味・関心をもたせることにより、学習意欲を高め積極的に授業に取り組みせ、その結果に対応した手だてを考え、その実験や単元のねらいを実現させていくことである。

なお、本研究にあたっては、第1分科会と第2分科会を設け、両分科会共通の研究推進の方針として、研究主題を具体的に以下の3点として設定した。

- ① 実験の個別化を図る工夫をする。
- ② 生徒一人一人が興味・関心をもち、学習意欲が高まる指導の工夫をする。
- ③ 生徒一人一人の評価を工夫し、授業に生かす。

第1分科会では、「光の学習」を取り上げ、「生徒一人一人に教材を自作させ、自分の器具を使って実験を行う。」ことについて教材開発を中心に研究を進めた。

第2分科会では、「大気中の水蒸気の変化の学習」を取り上げ、「気温の変化による大気中の水蒸気量の違いなど、寒剤を用いた露点測定やワークシートを使って生徒自身が実験の成果を見出すことができる指導法を開発する。」ことについて教材開発を中心に研究を進めた。

## Ⅱ 「光の学習」における興味・関心を育てる個に応じた指導法の工夫 ～生徒自作による簡易光学装置の活用～

### 1 研究のねらい

「光」は、日常生活において「日光」「蛍光灯」など、様々な場所で使われており、生徒にとってとても身近な内容である。そのため「光が当たって明るい」「暖くなる」といった「光」の特徴については理解できるが、「光」がどのようなものかという性質や概念については理解しにくい面がある。また「光」は、日常生活の中では身近すぎるため、生徒が不思議に思うような現象が少なく、興味・関心がもちにくいといったこともいえる。

さらに、生徒は観察・実験の技能、表現力、学習の速さ、考え方などに個人差が生じるため、これらの点に対応するためには実験を個別化し、「一人1台の簡易光学装置による関心・意欲の向上」「理解度の個人差への対応」「生徒一人一人が自分のペースで学習できる環境を整える」ということが重要であると考えられる。なお、個々の生徒を適切に評価することについても工夫することが大切であり、このような評価方法についても検討することにした。

今回、本分科会が取り組んだ「光の学習」では、理科の教員は光学台を用いた実験の重要性を感じているものの、実験室内を暗幕等で暗くして実験をさせたり、装置が大型かつ高価で台数が少ないため4人程度の小グループでさせたりしなければならない等様々な問題点がある。暗い実験室で個別に実験ができないため、興味・関心や意欲を伸ばすことができない生徒もいる。

そこで、光学台を小型化し、明るい実験室内で個別に実験ができる方法を検討した。また、実験を個別化するとともに、生徒一人一人に対する適切な評価も行うことが可能になるのではないかと考え、研究を進めることにした。

### 2 研究の方法

次のような方法で研究を進めた。

- ① 「光の学習」における指導の実態を把握するための教員対象の調査及び分析、生徒の理解状況の調査及び分析を行った。
- ② 生徒の理解度や関心・意欲の向上を促進し、個に応じた指導に対応できる教具の開発を行った。
- ③ 開発した教材を用いた効果的な学習指導方法の工夫を行った。
- ④ 生徒の興味・関心を具体的に評価するための評価方法の工夫を行った。
- ⑤ 検証授業を実施し、学習後の理解状況を調べるための生徒対象の調査及び分析を行った。
- ⑥ 研究成果をまとめ、今後の課題を検討した。

### 3 研究の内容

#### (1) 実態調査

ア 教員アンケートの内容と結果（対象：中学校理科教員140名）

「光の学習」に関する学習指導の実態を明らかにするために、観察・実験の実態を中心に調査を行った。内容と結果は以下の通りである。

|  |       |
|--|-------|
| 1 光学台（自作したものを含む。以下同様）を使った実験を行っていますか。   |       |
| ア：いいえ（質問2へ）  | 10.0% |
| イ：はい（質問3へ）   | 90.0% |
| 2 光学台を使った実験を行わない理由をお答えください。【複数回答可】（質問7へ）   |       |
| ア：観察・実験の必要性を感じないため。  | 14.3% |
| イ：実験誤差が大きいため。  | 7.1%  |
| ウ：実像の概念の定着が見られないため。  | 14.3% |
| エ：実験結果をまとめるのが難しいと考えるため。  | 0%    |
| オ：カメラの作製など他の実験を行っているため。  | 7.1%  |
| カ：その他<br>記入意見 ・暗くして行うことが難しいから<br>・光学台が無かった   | 57.1% |
| 3 光学台を使った実験を行う際の班の人数は何人ですか。  |       |
| ア：5人以上   | 5.6%  |
| イ：3人～4人  | 92.1% |
| ウ：2人   | 2.4%  |
| エ：1人   | 0%    |
| 4 光学台の実験を行うときの理科室の状態はどのようにしていますか。  |       |
| ア：普段通り   | 1.6%  |
| イ：教室の一部を暗くする。  | 18.3% |
| ウ：実験が終わるまで暗くする。  | 80.2% |
| 5 実験で使用している光源は次のうちのどれですか。  |       |
| ア：光源としてろうそくを使用している。  | 46.8% |
| イ：光源として電球を使用している。  | 26.2% |
| ウ：光源として発光ダイオード（LED）を使用している。  | 5.6%  |
| エ：その他の光源を使用している。   | 1.6%  |
| 6 光学台を使った実験で、工夫していること、苦労していることがあればお書きください。   |       |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・光学台がないのでビニールテープと椅子などを工夫していろいろ配置するのが大変。</li> <li>・暗所での指導のため全体把握に苦労する。</li> <li>・ろうそくだと上下は分るが左右が分らない。</li> <li>・光学台は置き場所が広く必要なので、もう少しコンパクトにならないか。</li> <li>・部屋を暗くして行うため、目盛りが読み取りづらい。</li> <li>・時間とともに、ろうそくの長さが短くなるので困る。</li> <li>・ろうそくのため、火の扱いに注意が必要になる。</li> <li>・ろうそくの炎がゆれて、像の大きさを測定しにくい。</li> <li>・光源・レンズ・スクリーンの全てが動くので、生徒が迷うことが多い。</li> <li>・実験の光学台がそろっていないので、班によって方法が違ったりするので準備に苦労している。</li> <li>・像をうつし出すスクリーンの大きさや高さ、一般的に市販されているろうそくの大きさが合わず、調整したろうそくを使用している。</li> </ul> |       |

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| 7 実像・虚像に関する学習について、生徒の理解は難しいと思えますか。 |       |
| ア：はい（質問8へ）                         | 59.3% |
| イ：いいえ                              | 38.6% |
| 8 質問7で「はい」と答えた理由をお答えください【複数回答可】    |       |
| ア：実像の概念定着が困難である。                   | 36.1% |
| イ：虚像の概念定着が困難である。                   | 67.5% |
| ウ：実験から、光源、凸レンズ、ついたてとの位置関係がわからない。   | 30.1% |
| エ：その他                              | 10.8% |

## イ アンケートのまとめ

実態調査から光学台の実験を行わないと答えた教員の理由として、「光学台がない」等の物理的な理由の他に、「部屋を暗くして行うことが難しい」などの実験装置の性質上の問題があげられている。また、光学台の実験を行うと答えた教員の理由として、「暗くするので全体の把握ができない」や「光源・レンズ・スクリーンがすべて動くため迷うことがある」といった内容がある。このようなことから「暗くせずに実験を行うことができること」「生徒が簡単に凸レンズの実験を行えること」が課題であると考えた。

次に実像・虚像に関する学習の理解度についての質問によると、およそ6割の教員が生徒の理解は難しいと答えており、実像・虚像の概念定着が困難であるという理由が多い。

このことから、

- ①実験の進行時間の個人差への対応。
- ②一人1台の簡易光学装置の操作による関心・意欲の向上。
- ③発展的な実験を選択することによる学習課題の理解度の個人差への対応。

以上の3点が課題であると考えた。そこで、本分科会ではこれらの課題の解決を目指し、教材とポートフォリオを活用した指導法の工夫に重点を置いて研究を進めることにした。

|   |      |
|---|------|
| 学習ポートフォリオ   |      |
| 平成 年 月 日( )1年 組 番 氏名  |      |
| (学習の整理) 凸レンズでどのような像ができるか  |      |
| 今日の学習(目的)   |      |
| ・   |      |
| ・   |      |
| 1. 授業前  |      |
| (1) 今日、学習する「凸レンズ」について知っている事を書きましょう                                      | 【記述】 |
| (2) 「凸レンズの実験」に対して興味がありますか?  | 記号   |
| ④ とてもある ③ まあまあある ② ほとんどない ① ない  |      |
| 2. 授業後  |      |
| (1) あなたはこの授業を熱心に学習しましたか?  | 記号   |
| ④ 熱心にした ③ 頑張った ② あまりしなかった ① しなかった                                       |      |
| (2) 実験をおこなっていて「へえ～そうか～」と思ったところはどこですか?                                   | 【記述】 |
| (3) 「凸レンズの実験」に対して興味をもてましたか?   | 記号   |
| ④ とてももてた ③ まあまあもてた ② ほとんどもてなかった ① もてなかった                                |      |
| (4) 今日、学習した「凸レンズ」についてわかった事や理解したことを書きましょう                                | 【記述】 |
| 今日の授業で「わかったこと」「わからなかったこと」などの感想と反省                                       |      |
| <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div> |      |

## (2) 教材・教具の工夫

アンケートの調査結果、以下の問題点が明らかとなった。

- ア 従来から使われてきた光学台は、実験室内の電気を消すなど暗い環境でないと像が観察できないため、実験しながらの記録が難しく、実験室の電気をつけたり消したりするなどの操作が必要である。
- イ 光学台の光源にろうそくを使用している学校が最も多く、安全性や、実験中に光源の高さが変化するなどの問題点がある。
- ウ 従来の光学台は光源を基準(0)として距離を測定する目盛りがふってあるものが多く、レンズと光源の距離、レンズとスクリーンの距離関係が把握しにくいという問題点がある。
- エ 市販されている光学台は高価で大型であり、個別実験が困難である。

以上のことから、次のような条件を満たす教材開発の必要性が明らかとなった。

- ア 実験室が明るくてもスクリーンにうつる像がはっきりと観察でき、実験を行いながらの記録が可能であること。
- イ レンズからスクリーンまでの距離、レンズから光源までの距離の関係が分かりやすいものであること。
- ウ 安価で簡単に作製できること。
- エ 小型で安全に個別実験を行うことが可能であること。

### 【光源について】

暗幕を閉めて実験室内を暗くしなくても、はっきりと像が観察できるものとして、発光ダイオード(LED)を光源として用いることにした。また、実像をスクリーンにうつし出す際に、上下左右が反転することが明確に分かるように、三色のLED(緑、黄、赤)を三角形に配列し、これを3Vの電源(単3乾電池2個を利用)に並列につなげることにした。

なお、視覚による認識が困難な生徒に対しては配慮が必要である。

### 【レンズについて】

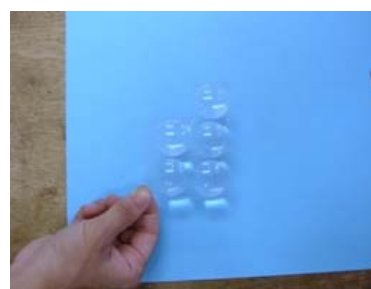
光学台の小型化を図るためには、焦点距離が短く、かつ安価なレンズが必要とされることから、シートレンズ(プラスチック製レンズ、焦点距離4cm、直径27mm、厚さ0.3mm)を用いることにした。このレンズは軽量であるとともに、プラスチック製のため落としても割れる心配が全くないという利点がある。



<簡易光学装置の材料>



<LEDを利用した光源>

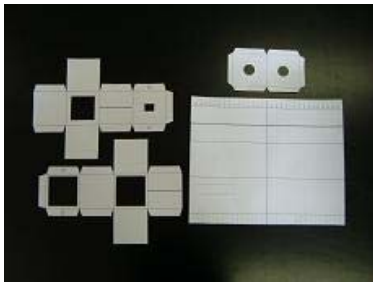


<シートレンズ>

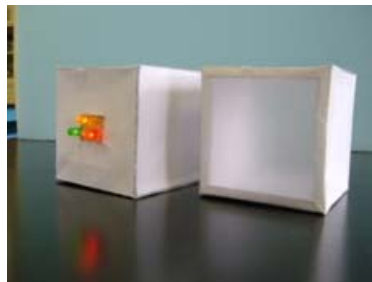
### 【スクリーン・実験箱について】

レンズを中心として、光源とスクリーンを自在に動かせる教材を考案した。まず、牛乳パックの底に三ヶ所の穴を開け、光源（LED）をはめこんだものと、牛乳パックの底を切り取り、薬包紙を貼ったスクリーンを作製した。この二つの牛乳パックの箱を厚紙製の箱の中でスライドさせることにした。しかし、牛乳パックの底が非常に厚く、穴をあけて光源（LED）をはめこむことが難しいことや、牛乳パックを生徒数分確保することが難しいことから、画用紙で箱を作製することにした。

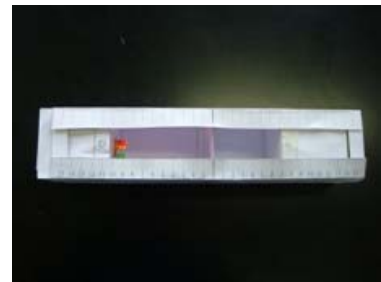
画用紙は加工が容易で、実験を行う際にも十分な強度があり、なおかつ生徒が自分で実験教材を作製することが可能である。また、実験結果を画用紙で作成した装置に直接書き込むことができるという利点もあり、この教材の開発で個別実験が可能となった。



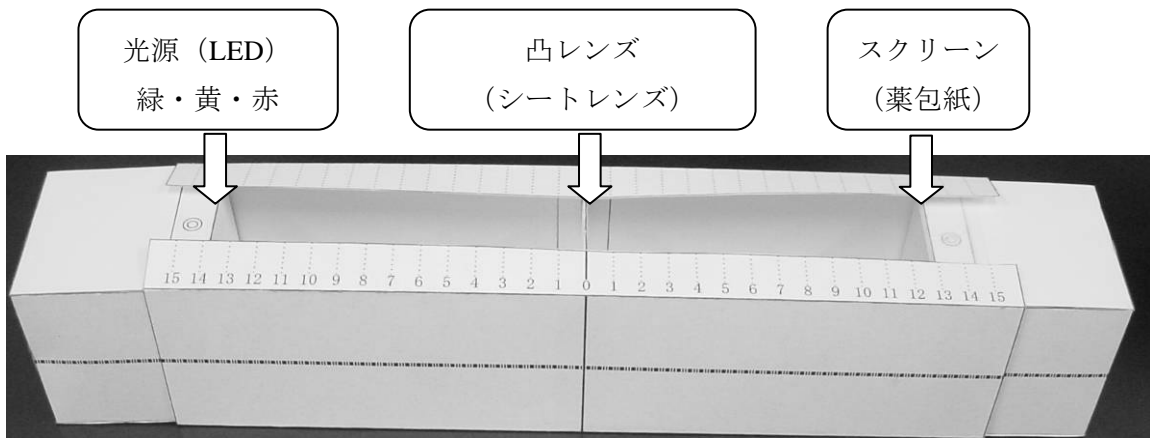
<箱の展開図>



<光源箱とスクリーン箱>



<真上から見た簡易光学装置>



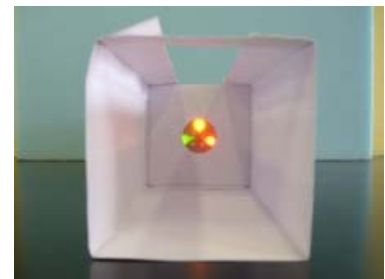
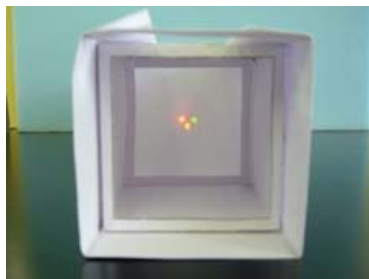
<簡易光学装置>

### 【像について】

スクリーンにうつった実像や、レンズを通して見える虚像は下の写真のように観察できた。



<スクリーンにうつった実像 (裏側から見た像) >



<レンズを通して見た虚像>



### (3) 学習指導計画

#### 光の学習

| 時         | 学習項目                           | 主な学習活動   |
|-----------|--------------------------------|--|
| 1         | 1－(1)<br>身のまわりの物体を<br>見てみよう    | <ul style="list-style-type: none"> <li>日常生活における光の活用など、様々な現象について話し合う。</li> <li>部屋を暗くし、ある色のついた物体にカラーフィルターを通した光を当てて何色に見えるか答えさせ、実際の色を確認した後、反射光により色が確認できることを知る。</li> <li>物体の見え方と光の進み方には関係があることについて説明を聞く。</li> </ul> |
| 2         | 1－(2)<br>光はどのように進むか①           | <ul style="list-style-type: none"> <li>光が直進する現象についての説明を聞く。</li> <li>鏡や透明な物体に当たった光の進む道すじについて話し合う。</li> <li>光の反射についての説明を聞く。</li> </ul>   |
| 3         | 1－(2)<br>光はどのように進むか②           | <ul style="list-style-type: none"> <li>鏡に物体をうつしたときの見え方についての説明を聞く。</li> <li>光の反射の性質をもとに、鏡にうつって見える範囲を考える。</li> </ul>   |
| 4         | 1－(2)<br>光はどのように進むか③           | <ul style="list-style-type: none"> <li>実験を行い光の反射と屈折についての結果をまとめる。</li> </ul>  |
| 5         | 1－(2)<br>光はどのように進むか④           | <ul style="list-style-type: none"> <li>実験結果をもとに光の屈折や全反射についての説明を聞く。</li> </ul>  |
| 6         | 1－(3)<br>凸レンズでどのような<br>像ができるか① | <ul style="list-style-type: none"> <li>凸レンズを使って色々な物を見たり、像をうつしてみる。</li> <li>焦点と焦点距離の説明を聞く。</li> <li>凸レンズによってできる像について説明を聞く。</li> <li>凸レンズで屈折した光の進み方と像についての説明を聞く。</li> </ul>                                      |
| 7<br>(本時) | 1－(3)<br>凸レンズでどのような<br>像ができるか② | <ul style="list-style-type: none"> <li>実験を行い凸レンズによってできる像の位置や向き、大きさについて結果をまとめる。</li> </ul>  |
| 8         | 1－(3)<br>凸レンズでどのような<br>像ができるか③ | <ul style="list-style-type: none"> <li>実験の結果から実像、虚像についての説明を聞く。</li> <li>凸レンズで屈折した光の進み方と像についての説明を聞く。</li> </ul>   |
| 9         | 1－(3)<br>凸レンズでどのような<br>像ができるか④ | <ul style="list-style-type: none"> <li>確認問題を通して、鏡にうつって見える像が実像か虚像かを考える。</li> <li>単元のまとめの問題を行う。</li> </ul>   |

#### ○評価方法の工夫

本研究では実験毎に1枚のポートフォリオを作成する。ポートフォリオは、生徒自身が学習前に学習課題を理解するとともに、学習前から学習後までの履歴を記録することにより、学習前後の変容を知り、学習全体を振り返ることができる。自分自身の学習を振り返ることにより、生徒の興味・関心を育て、成長した部分での評価を行うことが可能となる。このように、個人内評価として生徒一人一人のよい点や可能性、進歩の状況をみることができると、その資料をもとに関心・意欲などの見えにくい部分を評価することができる。

(4) 学習展開例

一人一人の生徒が簡易光学装置を用いて実験に取り組み、個に応じた学習が進められるような学習展開を考えた。

○本時のねらい（7時間目／9時間中）

- ① 凸レンズのはたらきについて、そのはたらきを意欲的に確認しようとする。
- ② 凸レンズのはたらきについての実験を行い、光源の位置と像の位置および像の大きさに関係があることを知る。
- ③ 自分自身が今まで学習してきた内容や技能を活用し、凸レンズのはたらきを理論的に理解することができる。

○本時の流れ

|                       | 学習活動   | 教師の支援（□留意点、◇評価）  |
|-----------------------|--|--|
| 導入<br>(15分)           | <ul style="list-style-type: none"> <li>○前時に学習した凸レンズの焦点についての内容を復習する。</li> <li>○ポートフォリオについての説明を聞き、今日の学習内容を記入する。</li> <li>○「光について」の事前自己評価を行う。</li> <li>○本時の実験のねらいと手順を知る。</li> <li>○スクリーンにうつる像のピントの合わせ方を確認する。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>□簡易光学装置についての説明を行う。</li> <li>□各実験が終わったら、「先生の実験結果」で確認し、スタンプを押して次の実験に進むように指示する。</li> <li>□時間がきたら一斉に実験を終了するように伝える。</li> <li>□今回の実験のポイントは「焦点」であることを伝える。</li> </ul> |
| 展開【調べる・まとめる】<br>(25分) | <ul style="list-style-type: none"> <li>○班ではなく各自で実験を進める。</li> <li>○実験を行いながら疑問やうまくいかなかったことなどをワークシートのメモ欄に記入していく。</li> <li>○時間があったら、本装置を使って他にどんなことができるかを考える。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>□実像がうつらない生徒を援助する。</li> <li>□必ず「先生の実験結果」を確認させて、一つの実験が終わったらスタンプを押して、次に進んだことを印象付ける。</li> </ul>   |
|                       | 実験A<br>像をスクリーンにうつす。  | ◇凸レンズに興味をもち、そのはたらきを意欲的に確認しようと実験に取り組んだか。  |
|                       | 実験B<br>スクリーンにうつる像の大きさを実物と同じ大きさにしてみる。   | ◇光源と実像が同じ大きさに写ることが確認できたか。  |
|                       | 実験C<br>凸レンズを半分隠したときに、スクリーンにうつる像はどうなるか。   | ◇凸レンズを半分隠した時に像がうつることを確認できたか。   |
|                       | 実験D<br>凸レンズと光源とスクリーンの間にある距離の関係について調べる。   | ◇実験結果から、実像のできる条件の規則性を見出すことができたか。   |
| まとめ<br>(10分)          | <ul style="list-style-type: none"> <li>○今日行った実験を簡単に振り返る。</li> <li>○ポートフォリオの事後自己評価を記入する。</li> <li>○ワークシートとポートフォリオを提出する。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>□本実験から分かったことを生徒に発表させ、凸レンズのはたらきについてまとめる。</li> <li>◇ポートフォリオを用いて、本日の学習を振り返ることができたか。</li> </ul>   |

(5) 評価計画

【評価計画】

| 学習項目                            | 観点別評価規準   |  |   |   |
|---------------------------------|---|--|---|---|
|                                 | 自然事象への<br>関心・意欲・態度  | 科学的な思考   | 観察・実験の<br>技能・表現   | 自然事象についての<br>知識・理解  |
| ○凸レンズでどのような像ができるか<br><br>○実像と虚像 | <ul style="list-style-type: none"> <li>凸レンズのはたらきに興味・関心をもち、簡易光学装置を使って像のでき方について進んで調べようとする。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>実像が見えた時の凸レンズと光源、スクリーンの距離、できる像などの関係をしつかり説明することができる。</li> <li>実像と虚像、焦点の関係を具体的に光の進み方と関連付けて説明することができる。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>簡易光学装置を使って、スクリーンに像をうつすことができる。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>凸レンズの焦点と焦点距離について説明できる。</li> <li>実像が見えた時の凸レンズと光源、スクリーンの距離の関係を説明することができる。</li> <li>凸レンズによる実像と虚像のでき方を理解している。</li> </ul> |

【評価規準】…本時のもの

| 観点             | 十分満足できる状況〔A〕  | おおむね満足できる状況〔B〕  | 評価方法                      |
|----------------|---|---|---------------------------|
| 関心<br>意欲<br>態度 | <ul style="list-style-type: none"> <li>簡易光学装置を使った実験に意欲的に取り組み、工夫しようとする。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>簡易光学装置を使った実験に取り組み、工夫しようとする。</li> </ul>   | 行動観察<br>ワークシート<br>ポートフォリオ |
| 科学的<br>な思考     | <ul style="list-style-type: none"> <li>凸レンズと光源、スクリーンの距離の関係がどのようになっているか考え、仮説を立てることができる。</li> <li>凸レンズを半分隠したときに像がうつることについて考え、仮説を立てることができる。</li> </ul>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>凸レンズと光源、スクリーンの距離が関係していることに気づく。</li> <li>凸レンズを半分隠した時に像がうつことに気づく。</li> </ul>                                   | ワークシート                    |
| 技能<br>表現       | <ul style="list-style-type: none"> <li>簡易光学装置を有効に使い、像をスクリーンにうつしだすことができる。</li> <li>簡易光学装置を有効に使い、光源と像が同じ大きさになるようにスクリーンにうつしだすことができる。</li> </ul>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>簡易光学装置を使い、像をスクリーンにうつるかどうか確認することができる。</li> <li>簡易光学装置を使い、光源と像が同じ大きさでスクリーンにうつるかどうか確認することができる。</li> </ul>       | 行動観察<br>ワークシート            |
| 知識<br>理解       | <ul style="list-style-type: none"> <li>実像が見えた時の凸レンズと光源、スクリーンの距離の関係をしっかりと説明することができる。</li> <li>光源と実像が同じ大きさで見えた時の凸レンズと光源、スクリーンの距離の関係をしっかりと説明することができる。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>実像が見えた時の凸レンズと光源、スクリーンの距離の関係を説明することができる。</li> <li>光源と実像が同じ大きさで見えた時の凸レンズと光源、スクリーンの距離の関係を説明することができる。</li> </ul> | ワークシート                    |

## (6) 生徒の変容

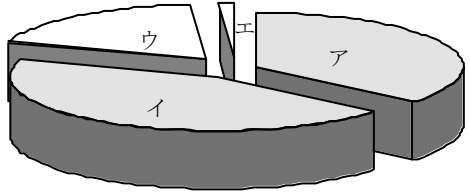
本研究で簡易光学装置を用いて行った実験とその実験のまとめにより、生徒がどのように内容をとらえたかを調査するためにアンケートを行った。光の学習を行う前後に実施した生徒アンケートの内容と結果は以下の通りである。（調査対象生徒：中学1年生200名）

### ア 事前アンケートの内容と結果

|  |       |  |
|--|-------|--|
| 1. あなたは凸レンズ（虫めがねやルーペなど）で、物体が大きく見えることについて不思議に思ったことはありますか。または、原理を知りたいと思ったことはありますか。 |       |  |
| ア：強く思った。   | 13.7% |  |
| イ：思った。   | 39.2% |  |
| ウ：あまり思わなかった。   | 26.5% |  |
| エ：思わなかった。  | 20.6% |  |
| 2. あなたは映画館のスクリーンにうつる大きな映像を見て、不思議に思ったことはありますか。または、原理を知りたいと思ったことはありますか。            |       |  |
| ア：強く思った。   | 9.8%  |  |
| イ：思った。   | 26.0% |  |
| ウ：あまり思わなかった。   | 35.8% |  |
| エ：思わなかった。  | 28.4% |  |

### イ 事後アンケートの内容と結果

|                           |       |  |
|---------------------------|-------|--|
| 1. 簡易光学装置を使った実験は楽しかったですか。 |       |  |
| ア：とても楽しかった。               | 28.9% |  |
| イ：楽しかった。                  | 52.1% |  |
| ウ：あまり楽しくなかった。             | 14.2% |  |
| エ：楽しくなかった。                | 4.7%  |  |
| 2. 授業を終えて光に対して興味をもてましたか。  |       |  |
| ア：とてももてた。                 | 15.8% |  |
| イ：もてた。                    | 56.8% |  |
| ウ：あまりもてなかった。              | 22.1% |  |
| エ：もてなかった。                 | 5.3%  |  |
| 3. 凸レンズに対して興味をもちましたか。     |       |  |
| ア：とてももてた。                 | 16.8% |  |
| イ：もてた。                    | 47.4% |  |
| ウ：あまりもてなかった。              | 29.5% |  |
| エ：もてなかった。                 | 6.3%  |  |

|   |       |  |
|---|-------|--|
| 4. 映画館のスクリーンになぜ映像がうつるのかわかりましたか。   |       |  |
| ア：よくわかった。   | 36.3% |  |
| イ：わかった。   | 43.7% |  |
| ウ：あまりわからなかった。   | 18.9% |  |
| エ：わからなかった。  | 1.1%  |  |
| 5. 簡易光学装置を使い、個人で実験を行った感想を書いてください。   |       |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・個人で実験を行うことで、自分が興味をもったことを調べることができた。</li> <li>・班で実験を行っているときは人まかせになってしまうが、個人で行うことで分かったことがたくさんあった。</li> <li>・最初は焦点のことや光には全く興味はなかったが、実験を行っていくにつれ焦点のことも分かり、光に興味をもてるようになった。</li> <li>・自分のペースで実験を進められた。理解できるまで何回も繰り返し実験を行えて良かった。</li> <li>・先生に教えてもらったことをすぐ試すことができたのですごく便利だった。</li> <li>・集中して実験に取り組むことができた。</li> <li>・個人で実験をしたほうが全ての人ができるからいいと思う。発見したことを班で話し合えるといいと思う。</li> <li>・黒板にかかっている図を見るより、実際に自分の目で結果を見ることができてよかった。</li> <li>・自分の実験結果と違う意見が聞けて勉強になった。</li> </ul> |       |  |

#### ウ アンケートのまとめ

事前アンケートの結果から、鏡や凸レンズに対し興味をもっていた生徒は全体の半数程度であることが分かる。また、映画館のスクリーンになぜ映像がうつるのかと疑問をもつ生徒は全体の3割程度であった。しかし、簡易光学装置を用いて実験を行った結果、映画館のスクリーンに映像がうつる原理が分かったという生徒が全体の8割に達した。また、スクリーンにはどのように像がうつったかという問いに対しては、ほぼ全員の生徒が上下左右逆さまにうつったと答えている。

事後アンケートの結果から、個人で実験を行った感想には、自分のペースで実験を進めることができ良かったという意見が多く見られ、生徒が楽しんで実験を行っていたことが分かる。また、簡易光学装置を個人で作製した際にスクリーンにまわりの景色がうつることを知り、カメラの原理が分かったと感動している生徒が多く見られた。これらのことから多くの生徒が光に対し興味をもてたと考えられる。

また、授業後のポートフォリオを見ても多くの生徒が熱心に実験に取り組んだ様子が見られる。個別実験を行うことで、実験を集中して行うことができる、他の人と結果を比較することができるといった利点があり、興味を持って実験に取り組むことができたようである。

学習ポートフォリオ  
平成 17年 11月 10日(木) 1年 組 番 氏名

【学習の整理】 凸レンズによってできる像を調べよう

今日の学習(目的)

- ・光をスクリーンにうつす。
- ・スクリーンにうつす像の大小を調べよう。
- ・光源(LED)とスクリーンの距離関係を調べよう。

1. 授業中

(1) 今日、学習する「凸レンズ」について知っている事を書きましょう。 (記述)  
 凸レンズが写っている。  
 物が反対に見える。

(2) 「凸レンズの実験」に対して興味がありますか? (記述)  
 多少もある  ほとんどない  ない

2. 授業後

(1) あなたはこの授業を通して学習しましたか? (記述)  
 理解した  理解しなかった  しなかった

(2) 実験をおこなっていて「へーそうか〜」と思ったところはどこですか? (記述)  
 凸レンズを動かして像が逆さまになること。

(3) 「凸レンズの実験」に対して興味をもてましたか? (記述)  
 多少もある  ほとんどなかった  なかった

(4) 今日、学習した「凸レンズ」についてわかった事や理解したことを書きましょう。 (記述)  
 凸レンズを通せば、何か逆に見えるという事。

今日の授業で「わかったこと」「わからなかったこと」などの感想と反省

凸レンズを通すと、何か逆に見えるということも分かった。  
 凸レンズで、焦点からの距離に 関係があるのか?  
 凸レンズの半径と物像の関係は、よくわかった...

#### 4 研究のまとめと今後の課題

本研究では、生徒の主体的な学習活動を促すために、「光の学習」の個別化を図るための教材開発と、それを用いて生徒の興味・関心を高める指導法の工夫を行った。また、ポートフォリオを作成し、関心・意欲の評価を行った。

##### (1) 研究のまとめ

シートレンズと発光ダイオード（LED）を使用して作製した簡易光学装置は、生徒自らが作製し実験を行うことで、「光の学習」を主体的に行い、学習の理解が容易になった。また、ポートフォリオを活用し自分自身の学習を振り返ることにより、生徒が学習の前後でどのように成長したかを知ることができ、次のように関心・意欲の評価を行うことができた。

なお、簡易光学装置には次のような特徴がある。

- ア ガラス製の凸レンズの代わりに焦点距離の短いシートレンズを使用することにより、装置を小型化することができた。
- イ 光源に発光ダイオード（LED）を使用することにより、明るい室内で安全に実験を行うことが可能になった。
- ウ 画用紙などの身近な材料を用いた結果、生徒自身で作製できるものになった。
- エ 簡易光学装置に実験結果を直接書き込むことにより、光源、レンズ、スクリーンの距離関係が把握しやすくなった。
- オ 1台当たりの製作費が安いので、生徒一人一人が作製し、実験することができた。
- カ 装置の光源（LED）やレンズは画用紙から取り外しておくこと、わずかなスペースで保管することができる。

##### (2) 今後の課題

- ア 焦点距離が短く丈夫で安価な凸レンズの活用が望まれる。
- イ 今回作製した簡易光学装置は、実像の観察のほかにも多様に活用することができるため、様々な活用を工夫したい。
- ウ 生徒が個別に実験を進めていく際には、生徒同士が教え合う雰囲気作りも大切であるため、このような環境を整備し、生徒の興味・関心を高め、理解を深めていきたい。
- エ 定期的にポートフォリオを作成することにより、評価がさらに深まると考えられる。

### Ⅲ 「大気中の水蒸気の変化の学習」における興味・関心を育てる個に応じた指導法の工夫 ～寒剤を用いた露点の測定と飽和水蒸気量の曲線のモデル化～

#### 1 研究のねらい

学習指導要領においては、「天気とその変化」の単元について、「気象現象についてそれが起こる仕組みと規則性についての認識を深める」「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」と示されている。

霧や雲の成分は液体や固体状態の水であり、これらの確認は容易である。それに対し、霧や雲のもとになる水は、大気中では水蒸気として存在するため、確認が困難である。そのため、大気中の水蒸気は、生徒にとって身近な存在であるにもかかわらずイメージしにくい内容になっていると考えられる。特に、中学校で初めて学習する飽和水蒸気量や湿度の考え方は、霧や雲のでき方の基礎となっている。中でも、露点の測定は凝結までに時間がかかる上、誤差が多く、生徒にとって考察しにくい実験の一つである。また、グラフ・表の読み取りや小数第二位を四捨五入する計算を行うこと等の課題が、生徒が苦手意識をもちやすい要因となっていると思われる。

そこで、本分科会では、水蒸気が水滴に変わる凝結という現象をイメージとしてとらえる方法として、飽和水蒸気量の曲線や湿度を視覚的に表し理解させること、生徒一人一人が自ら考えることができるように指導法を工夫することをねらいとし、本研究を行うこととした。

飽和水蒸気量の曲線や湿度を視覚的に表すには、大型の立体的なモデルが有効ではないかと考えた。しかし、大型の立体モデルは個別に用意することができないため、一斉指導では立体モデルによる演示、個別指導ではトレーシングペーパーを用いたモデルの活用を取り入れ、一斉指導で行ったことと同様の内容を、個別でも行えるように指導を工夫した。

また、湿度については計算をさせることが目的ではなく、湿度の本質を理解することの方が重要であるため、計算しやすい工夫をすることで生徒一人一人の理解を促すとともに意欲を引き出し、興味・関心を育てることができると考えた。

#### 2 研究の方法

次のような方法で研究を進めた。

- ① 「大気中の水蒸気の変化の学習」における課題を把握するため、教員対象の調査及び分析、生徒対象の定着度の調査及び分析を行った。
- ② 凝結をイメージとして捉える方法の検討、飽和水蒸気量曲線のモデル化の工夫を行った。
- ③ 飽和水蒸気量のグラフと湿度の理解を容易にするため、数値の整数化を行った。
- ④ 学習指導計画、学習指導案の作成と学習指導方法の工夫を行った。
- ⑤ 生徒の活動を具体的に評価するための評価方法の工夫を行った。
- ⑥ 検証授業を実施し、学習後の定着度を調べるため、生徒対象の調査及び分析を行った。
- ⑦ 研究成果をまとめ、今後の課題を検討した。

### 3 研究の内容

#### (1) 実態調査

ア 教員アンケートの内容と結果（対象：中学校理科教員131名）

「大気中の水蒸気の変化の学習」に関する学習指導の実態を明らかにするため調査を行った。内容と結果は以下の通りである（一部100%にならないのは無回答があるため）。

|  |       |
|--|-------|
| 1 水滴のでき方を調べる実験（水蒸気を凝結させる実験）を行っていますか。   |       |
| A：生徒実験として行っている。  | 37.4% |
| B：演示実験のみ行っている。   | 49.6% |
| C：行っていない。  | 11.5% |
| 2 露点を測る実験を行っていますか。   |       |
| A：生徒実験として行っている。  | 64.1% |
| B：演示実験のみ行っている。   | 10.7% |
| C：行っていない。  | 24.4% |
| 3 気温と飽和水蒸気量（湿度も含む）の理解のために工夫している点は何ですか。   |       |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・溶解度のことと関連付けている。</li> <li>・PCのシミュレーションソフトを使用している。</li> <li>・グラフを説明する際、水蒸気量を棒状のマグネットにしておきスライドさせている。</li> <li>・グラフでの取り扱いに力を入れざるを得ない。</li> <li>・この単元は生徒達には、なぜか難しいようなので計算問題をたくさんやらせたりビデオを見せたりしている。</li> <li>・時間をかけて説明する。</li> <li>・図で描いたり、「座席で欠席がいないと飽和」など、具体的な例をあげて話をしたりする程度。</li> </ul> |       |
| 4 気温と飽和水蒸気量の学習において、生徒の理解は難しいと思われますか。   |       |
| A：はい。  | 82.4% |
| B：いいえ。   | 16.8% |
| 5 4で難しいと思われた、その理由をお答え下さい。（複数回答可）   |       |
| A：飽和の概念定着が難しい。   | 38.9% |
| B：湿度の百分率の計算でつまづくため。（計算が嫌い・割り算ができない等）   | 75.9% |
| C：飽和水蒸気量の曲線と湿度の関係がとらえにくい。  | 43.5% |
| D：雲や露点の実験を飽和水蒸気量の曲線に結び付けることが難しい。   | 35.2% |
| E：露点以下にした場合、生じる水滴の質量を求めることが難しい。  | 13.9% |
| F：水蒸気量1m <sup>3</sup> あたりの質量という意味の理解が難しい。  | 48.1% |
| G：概念中心で視覚化やイメージをもちにくい。   | 46.3% |
| H：その他  | 4.6%  |

イ アンケートのまとめ

「大気中の水蒸気の変化の学習」の授業で、8割強の教員が生徒の理解が難しいという回答であった。その理由として、「湿度の計算が難しい」「1m<sup>3</sup>あたりの質量という意味の理解が難しい」「概念中心で視覚化やイメージをもちにくい」「飽和の概念定着が難しい」という理由があげられた。以上のアンケートの結果から

(ア) 概念中心の学習内容のために、イメージをもちにくい。

(イ) 湿度の百分率の計算で苦手意識をもちやすい。

アンケートの質問項目以外の意見として、

(ウ) 露点を測定する実験では、氷水を使用するために温度が下がりにくく、誤差が大きくなる。また、実験で使用する水と実験の結果発生する水滴を混同しやすい。

という意見がみられた。

教員対象の本学習内容に関する調査の後、生徒がつまづきやすい部分や、教員と生徒で意見の違いがみられるのかを明らかにするために、生徒対象の学習状況を把握する定着度テストを行った。



ウ 定着度テストの内容と結果（対象：中学3年生 1073名）

気温と大気中の水蒸気量について、右のグラフと図を見て以下の問いに答えなさい。

①1m<sup>3</sup>24℃の空気中に12gの水蒸気が含まれている（以下「この空気」と呼ぶ）。

この空気は、あと何gの水蒸気を含むことができますか。

…ある温度で含むことのできる水蒸気量 [正解率 63.1%]

②この空気の湿度はいくらですか。少数第1位を四捨五入して求めなさい。

…湿度の百分率の計算 [正解率 23.9%]

③この空気中で、図のように金属製のコップに氷水を入れ、コップの表面に水滴が付く温度を調べました。何℃のときに水滴がつくのが見られますか。

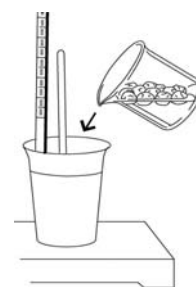
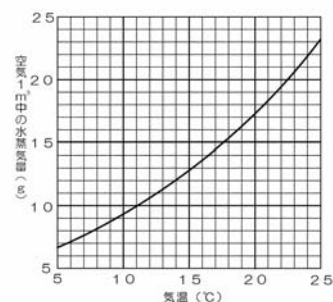
…露点の温度の読み取り [正解率 33.3%]

④上の③の水滴がつき始める温度のことを何と言いますか。

…露点という言葉の知識・理解 [正解率 69.7%]

⑤この空気の温度を11℃まで冷やすと、何gの水滴が生じますか。

…露点以下にした場合に生じる水滴の凝結量 [正解率 42.0%]



エ 結果と考察

飽和水蒸気量のグラフを使用して露点の温度を読み取ることや、湿度を算出することが、概念中心であり、露点を求める実験や飽和水蒸気量の曲線に結び付いていないことが分かった。このことが、生徒の理解を妨げ、苦手意識につながっているものと思われる。

(2) 教材・教具の開発

ア 寒剤を利用した露点の測定装置

生徒が、班毎に露点を求める実験を行った際に、多くの班でほぼ同じようなデータが得られるよう、下記のように寒剤とデジタル式クッキング温度計を利用した実験方法を考案した。この方法は、温度低下が2～3分のため実験が短時間で済み、また氷水を使用しないため、金属製コップに付着するくもり（露）がコップの中の物質とは無関係であるということが理解しやすい。

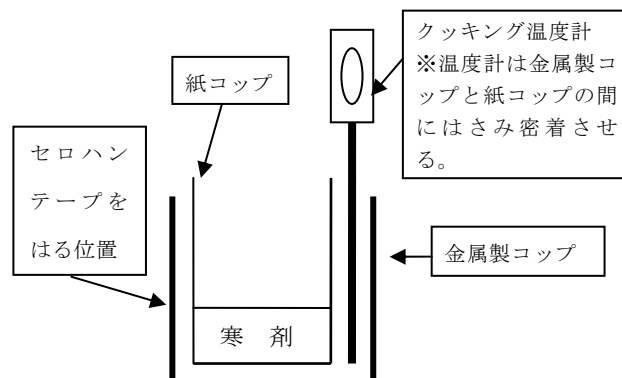
(ア) 準備するもの

金属製コップ、クッキング温度計（デジタル式、使用可能温度範囲：-30～250℃、検温部は金属素材、精度：±1℃）、紙コップ（2個）、水酸化バリウム（約30g）、塩化アンモニウム（約12g）、ガラス棒、セロハンテープ。

(イ) 装置と方法

a 右図のように、金属製コップの内側に紙コップとクッキング温度計をセットし、温度計の反対側にセロハンテープを貼る。

b 水酸化バリウム約30gを計量し、内側の紙コップに入れる。

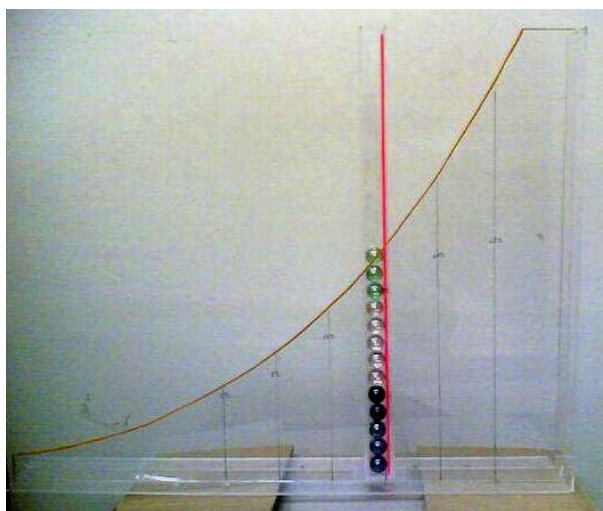
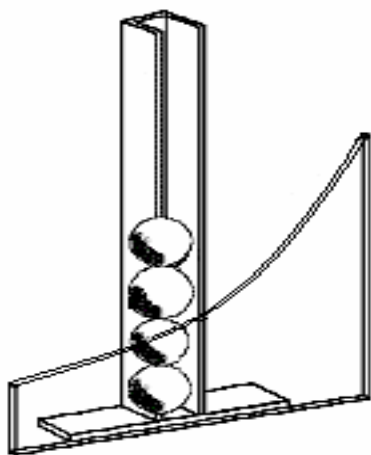


- c 塩化アンモニウム約1.2 gを計量し、もう一つの紙コップに入れる。
- d 塩化アンモニウムを水酸化バリウムの入った紙コップに入れ、ガラス棒で30回ほど攪拌する。
- e 空になった紙コップは内側の紙コップに重ね、発生したアンモニアの臭いを防ぐのに用いる。

※ 二つの薬品を混合後、セロハンテープの境目がくもったときの温度を測定する。この操作を数回行い、露点のデータを得る。ここに示した量で約 $-10^{\circ}\text{C}$ まで温度を下げることができる。

#### イ アクリルモデル

大気中の水蒸気が水滴に変化する仕組みを視覚的に表す教材として次のようなアクリルモデルを作製した。なお、その際、「生徒の興味・関心が高まること」「水蒸気と水滴がともにイメージできること」「水蒸気が露点に達したときに、水滴に変化することが視覚的に表され理解できること」を留意すべき条件とした。



上の図のように、透明なアクリル板を飽和水蒸気量の曲線の形にカットし、その後ろに左右にスライドできる様に、独立したアクリルの柱を作った。

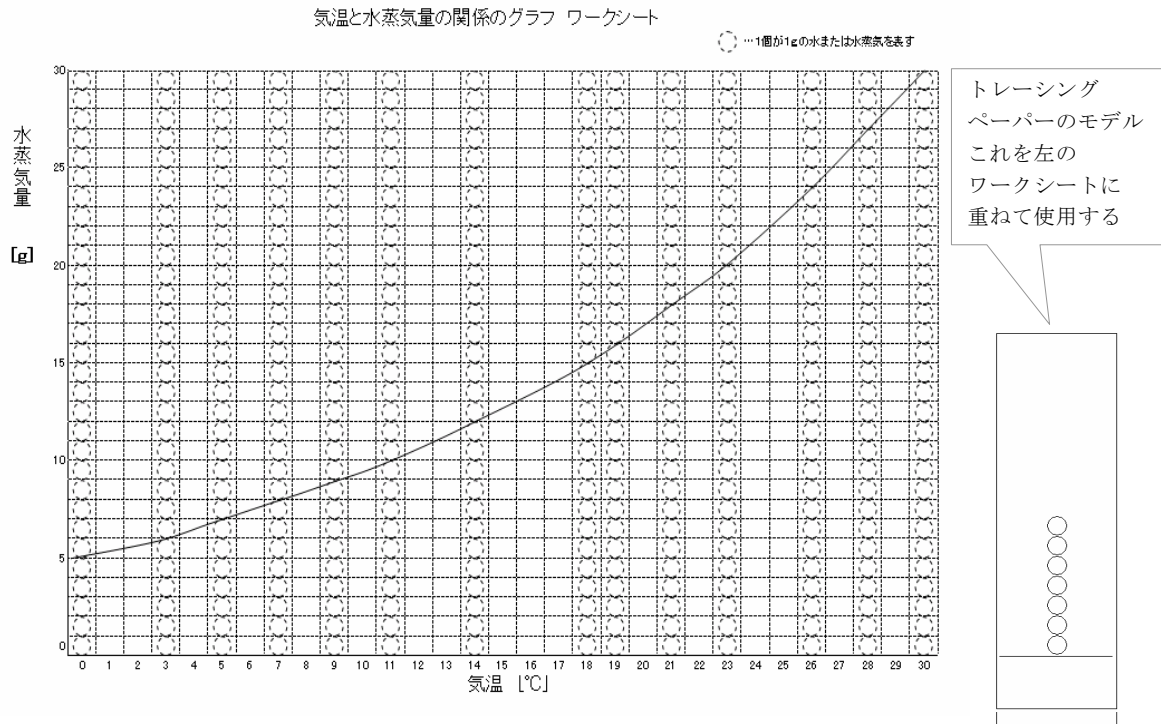
柱は三方をアクリルの板で囲み、飽和水蒸気量の曲線の板に接する面が空くようにした。柱の内径はビー玉の直径に等しくしてあり、柱にビー玉を入れると飽和水蒸気量の曲線の板よりも下のビー玉は前の板にさえぎられるため、落ちることは無い。しかし、曲線の板よりも上のビー玉はさえぎる物がないため、落下する。この場合、ビー玉1個が水蒸気量1 gに相当するように飽和水蒸気量の曲線の大きさを調整した。

この教材を使用して、大気中の水蒸気量を視覚的に把握することができるようになった。

#### ウ トレーシングペーパーを使用した飽和水蒸気量の曲線の個別モデル

アクリルモデルで演示されたイメージを個々の生徒が確認することができるように、トレーシングペーパーを使用した飽和水蒸気量の曲線の個別モデルを作製した。

下の図のように飽和水蒸気量の曲線を印刷したワークシートを用意し、トレーシングペーパーに印刷された水蒸気量のモデルを動かすことで、露点と飽和水蒸気量の関係を生徒が試行錯誤を繰り返しながら学習することができるようにした。

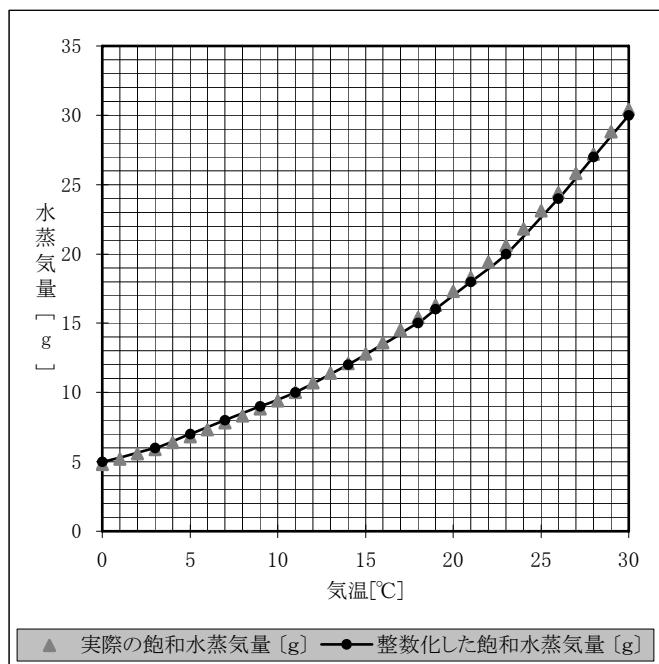


### エ 飽和水蒸気量の曲線、相対湿度の計算の研究

本学習内容では、小数の計算をさせることが主な目的ではなく、理論を理解することの方が重要であるため、以下の表のように数値を整数化したグラフを作製した。

気温と飽和水蒸気量の関係

| 気温<br>[°C] | 飽和水蒸気量<br>[g/m <sup>3</sup> ] | ⇒ | 気温<br>[°C] | 飽和水蒸気量<br>[g/m <sup>3</sup> ] |
|------------|-------------------------------|---|------------|-------------------------------|
| 0          | 4.8                           | ⇒ | 0          | 5                             |
| 3          | 5.9                           | ⇒ | 3          | 6                             |
| 5          | 6.8                           | ⇒ | 5          | 7                             |
| 7          | 7.8                           | ⇒ | 7          | 8                             |
| 9          | 8.8                           | ⇒ | 9          | 9                             |
| 11         | 10.0                          | ⇒ | 11         | 10                            |
| 14         | 12.1                          | ⇒ | 14         | 12                            |
| 18         | 15.4                          | ⇒ | 18         | 15                            |
| 19         | 16.3                          | ⇒ | 19         | 16                            |
| 21         | 18.3                          | ⇒ | 21         | 18                            |
| 22         | 19.4                          | ⇒ | 22         | —                             |
| 23         | 20.6                          | ⇒ | 23         | 20                            |
| 26         | 24.4                          | ⇒ | 26         | 24                            |
| 28         | 27.2                          | ⇒ | 28         | 27                            |
| 30         | 30.4                          | ⇒ | 30         | 30                            |



### オ 1 m<sup>3</sup>中の飽和水蒸気量のモデル

水蒸気が空気中に浮かんでいるという状況を視覚的にイメージできるようにするために、1 m<sup>3</sup>の空間をイメージできる立体モデルを作成した。

材料は学校にある廃材などで十分である。(写真のものは、枠にカーテンレール、角にダンボール、飽和水蒸気量を表すものに卵パック、実際に含んでいる水蒸気に発泡スチロール球を使用した。)



生徒が考えるよりも1 m<sup>3</sup>の立方体は大きく感じるらしく、コップの水の量で飽和水蒸気量を示すと大変興味をもち、湿度の理解にも役立った。

### (3) 学習指導計画

#### 大気中の水蒸気の変化の学習

| 時         | 学習項目                         | 主な学習活動   |
|-----------|------------------------------|--|
| 1         | ○大気中の水蒸気の変化                  | ①大気中の水蒸気を知る。<br>身のまわりの現象(結露など)を挙げる。(短時間)：日常生活との関連を図る。<br>②フラスコに水を少量入れゴム栓をし、ドライヤーで暖め蒸発させ、冷やすと水滴ができることの演示実験を見る。<br>③露点の名称(沸騰する温度=沸点、露のでき始める温度=?)を知る。<br>④気温と水蒸気量の関係のグラフの形を予想する。<br>⑤寒剤を用いた露点の測定実験を行う。：実験方法を説明し、結果を予想させる。<br>⑥実験のまとめ、露点の確認をし、グラフの正解を聞く。<br>：整数化したグラフ配布する。溶解度曲線と似ているということを引き出す。  |
| 2<br>(本時) | ○大気中の水蒸気の変化<br>○気温と飽和水蒸気量の関係 | ①寒剤を用いた露点の測定実験(2回目)を行う。<br>②実験結果を考察する。アクリルモデル、トレーシングペーパーを利用する。<br>：露点および凝結する水滴の量の視覚化を図る。<br>③話し合いをする。：発問「露点よりも温度を下げると曲線よりも上の部分のビー玉が落ちました。落ちたビー玉は何を示していますか。」<br>④露点を求める。凝結によりできた水滴の量の問題演習を行う。早く終わった生徒は、湿度に関する発展問題を行う。<br>⑤話し合いの結果を発表し、落ちたビー玉が水滴を表していることを知る。   |
| 3         | ○飽和水蒸気量と湿度                   | ①飽和水蒸気量の曲線について復習する。<br>：飽和の名称について、溶解度曲線との類似を引き出す。<br>②1 m <sup>3</sup> 中の飽和水蒸気量のモデルを見て、水蒸気量とは、空気1 m <sup>3</sup> 中の水蒸気の質量であることを知る。：2 m <sup>3</sup> であるとき及び教室全体ではどうか考えさせる。<br>③湿度を求める計算式(前回の発展問題の解答とともに)を学習する。<br>$\text{湿度}[\%] = \frac{\text{空気 } 1 \text{ m}^3 \text{ 中に現在含まれている水蒸気量}[\text{g}]}{\text{現在の気温での空気 } 1 \text{ m}^3 \text{ 中の飽和水蒸気量}[\text{g}]} \times 100[\%]$ $\text{湿度} = \frac{\text{今の量}}{\text{限界の量}} \times 100$ ④湿度計算を含む問題演習を行う。 |

### (4) 学習展開例

○本学習内容の目標：学習活動を通して身に付けさせたい目標は以下のとおりである。

- ・身近な体験や露点を測定することによって、大気中の水蒸気量と気温が関係し、凝結することに関心をもち、自ら探究しようとする。〔自然事象への関心・意欲・態度〕
- ・飽和水蒸気量、気温、露点、湿度を関連付けてとらえることができる。結露等の身近な自然現象のしくみを説明できる。〔科学的な思考〕
- ・寒剤と器具を適切に扱い、凝結の判定を適切に行い、露点を測定し、記録することができる。〔観察・実験の技能・表現〕
- ・飽和水蒸気量、気温、露点、湿度などについて理解し、知識を身に付けている。〔自然事象についての知識・理解〕

○本時の流れ

|              | 学習活動   | 教師の指導・援助   | 備考・留意点   |
|--------------|--|--|--|
| 導入<br>(15分)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・前時の復習をする。</li> <li>・今日のポイントをワークシートで確認する(ペンでチェック)。『なぜ温度が下がると水蒸気水滴として出てくるのか。』『水滴になる温度(露点)が様々なのはなぜか。』</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・発問する。: コップについて水滴はどこから来たのでしょうか。</li> <li>・前時に予想した気温と水蒸気量のグラフを復習する。</li> <li>・ポイントを書いたカードを黒板上部に貼る。</li> <li>・アクリルの気温と水蒸気量のグラフ模型を見せる。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ポイント: 気温が高いと空気中にたくさん水蒸気を含むことができる(グラフは含むことのできる最大の水蒸気量を示している)ことを確認する。</li> </ul>   |
| 展開<br>(25分)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・金属コップで露点を測る実験の2回目を行う。</li> <li>・考察する。</li> <li>①模型に本時の露点でビー玉が何個(何g)入るか質問後入れてみる。</li> <li>②同じ個数だけトレーシングペーパーの丸を塗る。</li> <li>③④を、模型を使って考える。</li> <li>・話し合いをし、結果をカードに記入する。: 「露点よりも温度を下げると曲線よりも上の部分のビー玉が落ちました。落ちたビー玉は、何を示していますか。」</li> <li>・終わった班の生徒はプリント裏面の問題に取り組む。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・実験手順の復習をする。(水酸化バリウム、塩化アンモニウムをそれぞれ紙コップに取り、混ぜたところで、片方の空になった紙コップを重ねる。)</li> <li>・1個が1gであることを確認する。</li> <li>・丸(水蒸気、水滴の粒)のガイド付きのプリント及びトレーシングペーパーを配布する。</li> <li>③今日の気温を示し、模型を動かしてみる。(まだ入る状態であることを確認する。)</li> <li>④「これが冷えていったので…」と動かし、露点、さらに下げ、ビー玉が落ちることを見せる。</li> <li>・話し合う内容を説明し、板書する。(内容を書いたカードを貼る。)</li> <li>・数枚の解答カードを配布する。</li> <li>・時間を区切って解答カードを黒板に貼りに来るよう促す。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・くもりを見やすくするためカーテンを閉める。</li> <li>・金属コップの側面を触らないよう指導。</li> <li>・実験中は机間指導をする。</li> </ul> <p>←授業前に各班の机上へ用意しておく。</p> <p>←温度計を読む。</p> |
| まとめ<br>(10分) | <ul style="list-style-type: none"> <li>・発表されたカードを(時間によっては数班分)読む。</li> <li>・感想を記入後、片付ける。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・グラフ上で露点などの再確認をする。</li> <li>・寒剤の返却を指示する。</li> </ul>   |  |

(5) 評価計画

【評価計画】

| 学習項目  | 観点別評価規準   |   |  |  |
|---|---|---|--|--|
|   | 自然事象への<br>関心・意欲・態度  | 科学的な思考  | 観察・実験の技能・表現  | 自然事象についての<br>知識・理解   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 大気中の水蒸気の変化</li> <li>○ 気温と飽和水蒸気量の関係</li> <li>○ 飽和水蒸気量と湿度</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・雲や霧の発生及び結露などの身の回りの現象から、大気中の水蒸気に関心を持ち、その原因をすすんで調べようとする。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・どのようなときに水蒸気が水滴に変わるか、飽和水蒸気量、気温、露点、湿度の変化と関連付けて考えることができる。</li> <li>・気温が同じでも湿度が高いと露点が高く、水滴がしやすいことを見出すことができる。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・寒剤と器具を適切に操作し、露点を測定し記録することができる。</li> <li>・飽和水蒸気量の曲線から湿度や凝結する量を計算によって求めることができる。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・気温、露点、飽和水蒸気量、湿度などについて理解し、知識を身に付けている。</li> <li>・飽和水蒸気量が気温によって変化することを説明できる。</li> <li>・湿度とは空気の湿り具合の尺度であることを説明できる。</li> <li>・湿度の計算方法を説明できる。</li> </ul> |

【評価規準】…本時のもの（後日ペーパーテストで判断するものも含む）

| 観点             | 十分満足できる状況〔A〕  | おおむね満足できる状況〔B〕   | 評価方法              |
|----------------|---|--|-------------------|
| 関心<br>意欲<br>態度 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・大気中の水蒸気の凝結に関心を持ち、自ら進んで露点を測定することによって、大気中の水蒸気量と気温の関係を積極的に見出すことができる。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・大気中の水蒸気の凝結に関心を持ち、露点の測定に取り組み、大気中の水蒸気量と気温の関係を見出そうとしている。</li> </ul>   | 行動観察<br>ワークシート    |
| 科学的<br>な思考     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・アクリルモデルのビー玉が落下することと、温度が下がると水蒸気水滴として出てくることを、飽和水蒸気量との関係から説明することができる。</li> <li>・ワークシートのグラフから、水滴になる温度（露点）を求めることができ、空気中に含まれる水蒸気量が違うと、露点異なることが理解できる。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・アクリルモデルのビー玉が落下することと、温度が下がると水蒸気水滴として出てくることを結び付けることができる。</li> <li>・ワークシートのグラフから、水滴になる温度（露点）を求めることができる。</li> </ul>          | ワークシート<br>ペーパーテスト |
| 技能<br>表現       | <ul style="list-style-type: none"> <li>・寒剤と器具を適切に扱い、凝結の判定を適切に行い、露点を測定し、記録することができる。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・他の補助を得ながら寒剤と器具を適切に扱い、凝結の判定を適切に行い、露点を測定し、記録することができる。</li> </ul>   | 行動観察<br>ワークシート    |
| 知識<br>理解       | <ul style="list-style-type: none"> <li>・実験結果から、大気中に含まれる水蒸気量の違いにより、露点が変わることを説明できる。</li> <li>・気温が下がって飽和に達した水蒸気が凝結し、水滴になることを、定量的に説明することができる。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・実験結果から、温度※によって飽和水蒸気量が違うことを説明できる。</li> <li>・気温が下がって飽和に達した水蒸気が凝結し、水滴になることを理解している。</li> </ul> <p>→※その日の<u>気温</u>と区別するため</p> | 演習時の観察<br>ペーパーテスト |

## (6) 生徒の変容

アンケート調査を行い、授業前と授業後の興味・関心の変化及び本学習内容である「大気中の水蒸気の変化」に関する定着度を調べた。(調査対象生徒：中学2年生 62名)

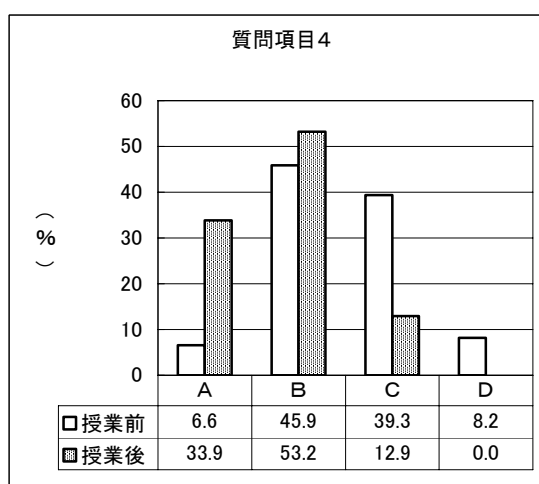
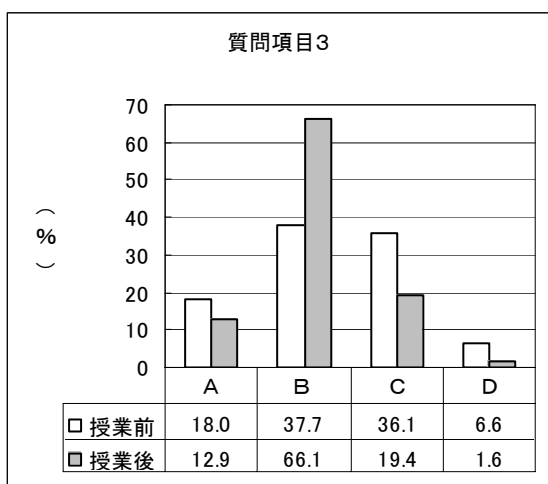
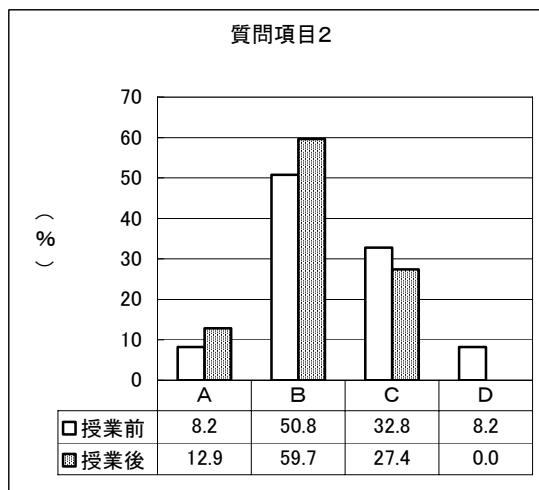
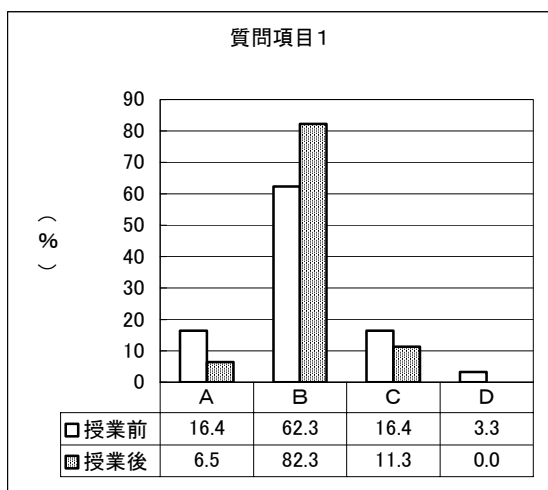
### ア 興味や関心に関するアンケート

|        |   |
|--------|---|
| 質問項目 1 | 天気予報に興味や関心をもっていますか。                             |
| 質問項目 2 | 天気予報の基となっている、気温・湿度・気圧・風向きなどの気象観測に興味や関心をもっていますか。 |
| 質問項目 3 | 霧・露・雲などのでき方に興味や関心をもっていますか。                      |
| 質問項目 4 | 天気が日々変化することや変化する原因について興味や関心をもっていますか。            |

解答項目 A：とても興味・関心をもっている。 B：少し興味・関心をもっている。

C：あまり興味・関心をもっていない。 D：全く興味・関心をもっていない。

以上の項目のアンケートを授業の前と後に行い、生徒の興味・関心の変容を調べた。結果は下のグラフに表す。



グラフから、すべての質問項目で授業前より授業後の方が、C および D の解答が減少し、生徒の興味・関心が高まっていることが分かる。

## イ 授業の定着度に関するアンケート

|   |       |  |
|---|-------|--|
| 1. 露点の実験に興味や関心をもって行うことができましたか。                            |       |  |
| A: とても興味や関心をもって行うことができた。                                  | 29.0% |  |
| B: まあまあ興味や関心をもって行った。                                      | 54.8% |  |
| C: あまり興味や関心はもてなかった。                                       | 14.5% |  |
| D: 興味や関心をもてなかった。  | 1.6%  |  |
| 2. 大気中の水蒸気量と気温の関係を理解することができましたか。                          |       |  |
| A: とても良く理解することができた。                                       | 21.0% |  |
| B: まあまあ理解できた。   | 61.3% |  |
| C: あまり理解できなかった。   | 14.5% |  |
| D: 理解できなかった。  | 1.6%  |  |
| 3. 露点の実験を飽和水蒸気量の曲線に結び付けることができましたか。                        |       |  |
| A: しっかりと結び付けることができた。                                      | 16.1% |  |
| B: まあまあ結び付けることができた。                                       | 69.4% |  |
| C: あまり結び付けることができなかった。                                     | 14.5% |  |
| D: 結び付けることができなかった。  | 0.0%  |  |
| 4. 気温を露点以下にした場合、凝結して生じる水滴の質量を求めることができましたか。                |       |  |
| A: とても良くできるようになった。  | 19.4% |  |
| B: まあまあできるようになった。   | 58.1% |  |
| C: あまりできるようになっていない。                                       | 21.0% |  |
| D: できない。  | 0.0%  |  |
| 5. 湿度の計算はできるようになりましたか。                                    |       |  |
| A: とても良くできるようになった。  | 29.0% |  |
| B: まあまあできるようになった。   | 51.6% |  |
| C: あまりできるようになっていない。                                       | 16.1% |  |
| D: できない。  | 1.6%  |  |
| 6. 水蒸気量とは、空気1m <sup>3</sup> あたりの水蒸気の質量である、ということが理解できましたか。 |       |  |
| A: とても良く理解することができた。                                       | 14.5% |  |
| B: まあまあ理解できた。   | 64.5% |  |
| C: あまり理解できなかった。   | 16.1% |  |
| D: 理解できなかった。  | 3.2%  |  |

この定着度に関するアンケートの結果から約70%から80%の生徒が、「とても良く」または「まあまあ」できるようになった、あるいは「理解できた」（以降、「おおむね理解できた」とする）と回答している。

## ウ アンケート調査の考察

生徒の本学習内容への興味・関心が授業後に高まったのは、授業内容の定着度が深まったためと考えられる。授業後のアンケートには「天気予報をできるようになりたい」「天気予報を詳しく見たい」などの前向きな意見が見られ、学習したことを日常生活の中でも活用していきたいという意欲をもつ生徒があらわれた。

また、アンケート項目1の「露点の実験」に関しても83.8%の生徒が「とても良く」または「まあまあ」興味や関心をもって行うことができたと回答している。これは、従来の実験方法だけでなく、今回の寒剤を利用した実験方法で十分に露点を求める実験が行えたことを表していると考えられる。



#### 4 研究のまとめと今後の課題

本研究では、寒剤とクッキング用デジタル温度計を利用した露点の測定、飽和水蒸気量の曲線を視覚的にとらえるためのアクリルモデル、1 m<sup>3</sup>の空間をイメージできる立体モデル、生徒の個別学習に対応したトレーシングペーパーを用いた教材・教具の開発を行うとともに、それらを活用して個に応じた指導法の工夫を行ってきた。その結果、生徒一人一人の興味・関心を高め、意欲的に学習に取り組むことができたと考えられる。

##### (1) 研究のまとめ

ア 露点の測定実験で、金属製コップの内側に紙コップを入れ寒剤（水酸化バリウムと塩化アンモニウム）とデジタル式クッキング温度計を使用したことにより、多くの班がほぼ同一の露点のデータを得ることができるようになった。

イ 寒剤は氷水を使用していないため、金属製コップに付着したくもり（露）は大気中の水蒸気が原因であるということを、生徒が容易に推測できた。

ウ アクリルモデルを利用することにより、飽和水蒸気量の曲線及び実際に大気中に含まれる水蒸気量と露点との関係をイメージしやすくなり、生徒は興味・関心をもって学習に取り組むことができたと考えられる。

エ アクリルモデルは一斉指導の際の演示で使用し、個別学習用にトレーシングペーパーを用いたモデルを作製した。このモデルを動かすことで、水蒸気量と露点の関係を容易にとらえることが可能となった。これらの教材により、生徒一人一人が興味・関心をもって操作を行うことができ、露点についての理解が深まったと考えられる。

オ 1 m<sup>3</sup>の立体空間とその空間の飽和水蒸気量をモデルで示すことにより、大気中の水蒸気が空間に分布しているイメージをもつことに役立った。

カ トレーシングペーパーとともに使用した飽和水蒸気量の曲線は、数値を整数化した曲線で作られているため、生徒が苦手とする小数の計算を行わずに済み、意欲的に計算に取り組むことができたと考えられる。

キ トレーシングペーパーのモデルを使用することで個に応じた指導が可能となり、飽和水蒸気量や露点を求める基本的な内容の学習から、湿度の計算式を導き出すような発展的な内容の学習まで、ワークシートで行うことができるようになった。

##### (2) 今後の課題

ア 今回利用した寒剤ではアンモニアの発生があるため、アンモニアの発生を更に抑えるように改善するか、他の寒剤を使用することを考える必要がある。ただし、水を使用しない寒剤が望ましい。

イ 演示を効果的に行うために、アクリルモデルの大型化や安定化、水蒸気をイメージするのに適したビー玉の色などを改良する必要がある。

ウ 演示の際、アクリルモデルを飽和水蒸気量や露点をイメージするのに役立てるだけでなく、発展した利用方法を考えたい。

エ トレーシングペーパーのモデルは生徒の理解に役立ったので、他の単元でも生かしていきたいように考えていきたい。

平成17年度 教育研究員名簿（理 科）

|                       | 区市町村名<br>地区                            | 学 校 名  | 氏 名  |
|-----------------------|--|--|--|
| 第<br>1<br>分<br>科<br>会 | 千代田区<br>新宿区<br>大田区<br>府中市<br>西東京市      | 神田一橋中学校<br>牛込第一中学校<br>大森第二中学<br>府中第二中学校<br>柳沢中学校             | 福田 忠 春<br>川島 紀 子<br>西野 淳<br>根岸 勇 貴<br>◎鈴 鹿 寛         |
| 第<br>2<br>分<br>科<br>会 | 江東区<br>品川区<br>荒川区<br>練馬区<br>葛飾区<br>立川市 | 第二南砂中学校<br>荏原第一中学校<br>南千住第二中学校<br>練馬東中学校<br>青戸中学校<br>立川第二中学校 | 宮 森 厳<br>○牧野 崇<br>原 千代子<br>河 又 秀 敏<br>山 崎 卓<br>藤 山 賢 |

◎世話人 ○副世話人

担当 東京都教職員研修センター統括指導主事 吉田 正俊

平成17年度教育研究員研究報告書

東京都教育委員会印刷物登録  
平成17年度 第12号

平成18年1月16日

編集・発行 東京都教職員研修センター  
所在地 東京都目黒区目黒1-1-14  
電話番号 03-5434-1974

印刷会社名 株式会社 今 関 印 刷