

# 日産科学振興財団 理科／環境教育助成 成果報告書

回次：第 5 回 助成期間：平成20年11月1日～平成21年10月31日（期間 1 年間）

テーマ：ペルチェ素子を使った「露点測定装置」の開発

氏名：難波 治彦 所属：岡山県倉敷市立多津美中学校 登録番号：08019

## 1. 課題の主旨

生徒は日常生活の中で、夏の暑い日、氷水を入れたグラスに水滴が付いたり、冬の朝、部屋のガラス窓に露などが付く自然現象を体験している。中学校理科ではこれらの自然現象を理解する方法として露点測定実験が行われてきた。一般的には水を入れたステンレスコップに氷を加えて、コップの表面がくもり始める温度を求める方法である。しかし、コップの表面がくもり始めるタイミングがわかりにくいので何回か様子を見て、そのタイミングとおよその温度を知ってから観察しなければならない。この実験は個人差、実験技能等に影響を受けやすく、いつの間にかもっていたり、露点から湿度を求めた場合も湿度計との差も大きく後味の悪い結果となることが多い。そこで冷却や加熱が簡単にできるペルチェ素子と金属鏡を使った「露点測定装置」を開発し、これらの問題点の解決と露点と水蒸気の凝結現象の理解を深めることを目的とした。この装置を使うことは、氷等の準備を必要としない 短時間で実験ができる 金属鏡使用のため、くもり始めが分かりやすく個人差が少ない 湿度計の値とほぼ一致するため相対湿度の意味を理解しやすい 水を使用しないため誤解(容器内から水が出た)を招くことがない 科学技術を日常生活と関連付けて考えることができる、等の利点を有する。

## 2. 準備

本研究は、教材開発と授業実践によって構成されている。

1. ペルチェ素子による「露点測定装置」の開発（12個作成）
2. 「露点測定装置」の教育的効果の検証。

## 3. 指導方法

ペルチェ素子による「露点測定装置」の教育的効果を検証するため、公立中学校2年生142人を対象に授業実践を行った。なお装置作成と指導案、アンケートは難波が担当し、授業実践は木下が行った。

## 4. 実践内容

指導計画(全体時間 6 時間)

単元名 大気中の水

- (1) 地表をめぐる水・・・・・・・・・・・・・・・・・・1時間
- (2) 霧や雲はどのようにしてできるか・・・・・・・・・・1時間
- (3) なぜ冷たいコップに水滴が付くのか・・・・・・・・・・3時間（本時1時間目）
- (4) なぜ露や霜ができるのか・・・・・・・・・・・・・・・・1時間

本時の学習内容と展開（本時は(3)の1時間目）平成21年3月

- 1 飽和水蒸気量は、気温が低くなるほど小さくなることを知り、露点よりもさらに気温が下がると、水蒸気の一部が水滴になることを理解する。
- 2 空気中の湿り具合は湿度で表せることを知り、実際に教室内の空気の露点と湿度を求めてみる。

学習活動

- 1 いろいろな例をあげて、空気中に水蒸気がふくまれていることを認識する。
- 2 冷たいコップの表面についた水はどこから来たのかを考える。
- 3 本時の学習課題を知る。「教室内の空気の露点を調べてみよう」
- 4 露点の意味と露点測定装置の使い方を理解する。
- 5 実験支援シートをもとに実験をする。
- 6 実験結果からどんなことが分かったかを考える。



【スクリーン投影による鏡面変化の説明】



【装置の説明】



【生徒実験】



【霜の確認】

## 5. 成果・効果

わが国の児童生徒は学ぶ意欲が十分ではないことが各種調査の結果からも明らかになっている。その理由はさまざまあるが、「学校で学んでいる内容が日常生活にどのように活用されているのか、自分の将来の職業にどのように役立つのか」といったことを具体的にイメージすることができないことが生徒の学習意欲の低下の要因のひとつになっていると考えられている。これらを受けて、新学習指導要領の理科の目標では「自然の事物・現象に進んでかかわり、目的意識をもって観察、実験などを行い、科学的に探究する能力の基礎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。」に変更された。また、第3章指導計画の作成と内容の取扱い、指導計画作成上の配慮事項の中で「ものづくりの推進」などが新たに付け加えられた。

この「ものづくりの推進」のためにもまず教師が楽しく自由に自らの創造性を活かして、教材・単元開発を行う必要がある。教師が楽しく教材・単元開発をしていけば、授業も楽しくなり、生徒の意欲向上にもつながる。このような視点からペルチェ素子を使った「露点測定装置」で授業実践を行い、行動観察およびアンケートによって生徒の反応を見た見た。表1にアンケートの内容と結果を示す。

### アンケート分析

項目1は、生徒の学習に対する認識を調べたものである。直接確率計算（両側検定）の結果「相対的に楽しい」と答えた生徒は有意に多く（ $p=0.0000$ ,  $p<.01$ ）、割合では90%であった。その内、最も多かった理由は、「私たちでも作ることができそうな装置だったから」「操作が簡単」「短時間で露点は変わるか？、空気中の水蒸気量は変化しやすいか？、湿度は変化しやすいか？、などの疑問を解決できたから」であった。

項目2は、実験が学習内容の理解に及ぼす影響について調べたものである。直接確率計算（両側検定）の結果「相対的に役立った」と答えた生徒は有意に多く（ $p=0.0000$ ,  $p<.01$ ）、割合では91%であった。その内、最も多かった理由は、「温度が下がると鏡の表面がくもり、逆に温度が上がると鏡の表面のくもりが消えることから、露点の意味がよく分かった」「鏡のすぐ横にデジタル温度計があるので露点が測定しやすい」「電圧を低くすると、ゆっくりと温度が下がるので正確な露点測定ができた」「乾湿計から求めた湿度と露点測定装置から求めた湿度がほぼ一致するため（相対）湿度の意味がよく分かった」「短時間では空気中の水蒸気量はあまり変化せず、気温の変化で飽和水蒸気量が大きく変化するため湿度も変化する」であった。

項目3は、生活と湿度の関係を例をあげて説明できるかを調べたものである。正しく説明できた生徒のみを対象として、直接確率計算（両側検定）で分析すると「できる」と答えた生徒は有意に多く（ $p=0.0000$ ,  $p<.01$ ）、割合では72%であった。その内、最も多かった理由は、「晴れた日は気温が上がり、空気中に含むことのできる水蒸気量が増加するので洗濯物が乾きやすい」「冬、窓ガラスなどに結露が発生しやすいのは、室内の窓ガラス付近の空気が冷やされて露点以下になるから、氷点下だと霜になる」「梅雨の時は

表1 授業後のアンケート結果

授業の感想を教えてください。なおアンケートは今後の授業改善に役立てるもので成績とは関係ありません。

質問	回答	人数	相対的な割合(%)
1 この装置を使っでの授業は楽しかったですか。( )は理由を記入	a 楽しい ( )	121	90
	b やや楽しい ( )	34	
	c やや楽しくない ( )	15	
	d 楽しくない ( )	2	
2 この装置を使った学習は、内容の理解に役立ちましたか?	a 役立った ( )	96	91
	b やや役立った ( )	62	
	c やや役立たない ( )	13	
	d 役立たない ( )	2	
3 私たちの生活は湿度と関係していることを例をあげて説明できますか	a できる (例: )	124	72
	b できない	48	

N= 172

高温多湿なのでカビが発生しやすい。また、冷たい廊下などにその空気が触れると冷やされて露点以下になり水滴となって廊下などがぬれる」「冬、火事が多いのは空気中に含まれる水分量が少ないから」「風呂場は湿度が高い。その水蒸気が天井、窓ガラスで冷やされて露点以下になり水滴となる」また、少数ではあるが「車のフロントガラスのくもりを取り除くには暖かい空気を当てるか除湿にするかである。前者は、暖かい空気で飽和水蒸気量が増えたためにりくもりが消えた、後者は空気1m<sup>3</sup>中に含まれている水蒸気量が減ったためくもりが消えたから」であった。

### 生徒実験の結果から

一例として、生徒実験の結果を表2に示す。この結果が示すように露点から求めた湿度は実測湿度よりやや高い値となるが各班のばらつきも小さく、湿度計の精度から考えると露点と湿度の関係を知るには十分な値である。

本装置に対する感想では、簡単で、早く、何回も実験ができ、鏡がきれいなので確認もしやすい等、肯定的な意見がほとんどであった。また、一部の班では自分たちの疑問を解決するために表面温度を氷点下まで下げて、霜のでき方を調べ、成功の驚きと感動を他の班に伝えていた。さらに、実験終了後ペルチェ素子に興味・関心を示し、購入先を聞く生徒も多かった

### 結果

ペルチェ素子を用いた「露点測定装置」は従来の実験に比べて、水を使用しないため、鏡のくもりは、空気中の水蒸気の変化による現象であることを理解しやすい。本装置による露点測定は、個人差や実験技能にあまり影響されないことから学習に対する認識も向上した。また、露点から相対湿度を求めた場合、湿度計との差も小さいため露点の意味、相対湿度の意味を実感をともなって学び取ることができる。

大気の乾燥または湿潤の度合いは、人間生活に関係の深い要素で、健康管理や衛生、生産物の保管・貯蔵、火災予防など多方面に関係している。これらの自然現象も学んだことをもとに科学的に説明（解釈する力や表現する力）できる生徒が多くなった。

表2 生徒実験の結果

室温	18.2	
湿度	65.2 %	
班	くもり始めた温度(°C)	露点から算出した湿度(%)
A	12.0	67.1
B	12.0	67.1
C	12.1	67.6
D	12.2	68.0
E	12.2	68.0
F	12.3	68.4
G	12.5	69.4
H	12.5	69.4
I	12.6	69.8

## 6. 所感

生徒の身の回りには、新しい技術開発で作りに出された新素材が使われて生活をより快適にしたり環境保全に役立っている。今回取り上げたペルチェ素子においても 駆動部が不要で静かである 長寿命 メンテナンスの必要がほとんどない 軽くてフロンを使用しない加熱・冷却装置としての利点を有するため、普段の授業の中で科学技術を日常生活と関連付けて考える教材となりうる。

本研究の成果を研究実践記録集「倉敷の理科」で発表したところ、早速、装置を作成されたり、実際の授業で活用されたりして先生方にも好評であった。今後、情報の共有により効果の確信を高めたり装置の性能向上につなげたい。

## 7. 今後の課題や発展性について

本装置は、加熱と冷却を容易に制御でき、温度変化に伴う様々な事物・現象の変化を調べるのに有効な装置と考えられる。今後は、沸点・融点測定、マイクロスケール蒸留装置、結晶の動的成長過程の観察（結晶化学の入門用）、霜・雪の観察、前線実験装置、偏西風波動モデル実験装置などへの、利用の可能性を探って行きたい。

## 8. 発表論文、投稿記事、メディアなどの掲載記事

口頭発表：日本理科教育学会・中国大会において発表予定。

論文：中学校教育研究会・倉敷理科教育部会「倉敷の理科」 H21.4.6

倉敷ケーブルテレビで「多津美中学校の取り組み」として紹介。 H21.4.19

## 【露点測定装置の作成・特性・使い方】

ペルチェ素子に電気を流すと一方向に吸熱と放熱の流れができ、その両面に温度差が生ずる。また、電流の方向を逆にすると加熱・冷却のどちらも可能であり、電流を調節することで温度制御もできる。小型でフロンを使用せず、環境にもやさしいため理科教育での利用は重要な意義を持つ。以下に作成方法と熱的特性を示す。

### 1 露点測定装置の作成

- 1)冷却ファン付きヒートシンク(パソコン工房より購入したCFA01B2-J型)の上面に直列配線したペルチェ素子2個(秋月電子より購入した耐湿タイプTEC1-12706 40mm角、ケニス163-725 耐湿タイプ30mm角)を熱伝導接着テープで接合する。
- 2)ペルチェ素子上面にアルミ板(50mm角)を熱伝導接着テープで接合する。
- 3)熱の移動を阻止するためペルチェ素子の周囲をパルサウツドで囲む。
- 4)周囲を接着剤(セメダインスーパーX)で固定し、木枠(250×80×80mm)に挿入し周囲を断熱アルミテープで囲む。
- 5)装置内に極性変更用6Pスイッチとデジタル表面温度センサー(秋月電子より購入MT-144型、-40 ~ +95)を挿入。
- 6)アルミ板の上に鏡(廃棄用ハードディスクのプラッタを切断したもの)を熱伝導接着テープで接合する。
- 7)断熱カバーを発泡スチロールで作成し、観察用の穴(15mm角)を中央に開ける。
- 8)装置に断熱カバーを取り付けて完成とする。(図1、図3)

なお、ペルチェ素子電源には島津理化NES-5F(DCOV~15V可変、MAX 5A)を使用。冷却ファン電源には秋月電子のスイッチング電源ACアダプタ(12V、1A)を使用した。



図 1 露点測定装置



図 2 鏡面変化と温度



図 3 生徒用装置12個

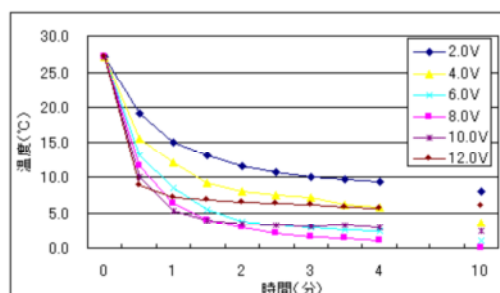


図 4 冷却時の経過時間と温度変化の関係

### 2 装置の熱的特性

冷却においては発熱側の熱をヒートシンク等で十分逃がす必要がある。また消費電力も大きいので電源も重要なポイントとなる。冷却時の経過時間と温度変化の関係を図4に示す。

本装置は、8V(1.4A)使用において最高性能を示し外気温との温度差は 25 である。また外気温が 20 以下であれば、氷づくり、霜の観察装置として使うことも可能である。

### 3 装置の使い方

- 1) 装置測定面に断熱カバーを取り付ける。
- 2) 冷却ファンを作動させた後、装置電源を2V (0.4A) 冷却側で作動させる。
- 3) 鏡面がくもり始める温度を測定する(図2)。  
注) あまり近づいて観察をすると、鏡面に息がかかり露点が変わる。
- 4) スイッチを切り、鏡面のくもりが消えたのを確認し再び測定する。  
注) この実験では、水滴がつき始める温度が露点にほぼ等しいことを理解し、できるだけ正しく露点を測定させるのがねらいである。従って冷却スピードを速くしないこと、室内湿度が60%前後で行うのが望ましい。

### 4 安全面

- 1) 電源装置の安全な使い方取得しておく。
- 2) 高温・低温やけどに注意する。
- 3) 回転しているファンに指などを入れない。
- 4) 電源装置の電圧を必要以上に上げない。

---

#### 【参考文献】

- 1) ペルチェ素子による冷却ユニット製作過程  
[http://rc-hammar.hp.infoseek.co.jp/labo/labo\\_05/coolor\\_manual.html](http://rc-hammar.hp.infoseek.co.jp/labo/labo_05/coolor_manual.html)
- 2) 何でも DIY ペルチェ素子を使ってみる  
[http://www.rakutaku.com/diy/te\\_module/te\\_module.html](http://www.rakutaku.com/diy/te_module/te_module.html)
- 3) 中学校学習指導要領解説 理科編 文部科学省 H20.9 および H11.9 発行版
- 4) 指導書 第2部 ー観察・実験編ー P8 ~ P9 新興出版社啓林館 2002
- 5) 「PISA2003 及び TIMSS 結果の分析と指導改善の方向」文部科学省HPより
- 6) 経済協力開発機構 (OECD) による国際学習到達度調査(PISA) 結果発表 2007.12  
国立教育施策研究所報告 2007.12
- 7) 「授業力向上」岡山県教育センター 2007.2
- 8) 「学習内容と日常生活との関連性の研究」調査研究事業報告書  
平成 17 年 3 月 文部科学省 日常生活教材作成研究会HPより