

テープグラフを用いて空気中に含まれる水蒸気の量と湿度について学ぶ中学校理科の授業実践

川崎友紀子*, Bema SANOGO**, Wiliame TAWAKE**,
Diana Marcela ANDINO MEJIA***, 寺島 幸生****

(キーワード：飽和水蒸気量, 湿度, 露点, 教材作成, グループワーク, 中学校理科)

1. 研究の背景と目的

中学校理科の「地球の大気と天気の変化」の単元(文部科学省, 2017)では, 大気中の水蒸気を量的に捉えて湿度を計算することを苦手とする生徒は多い。身近に見られる湿度や露点等の気象現象に関心を持ちながら日本の天気の変化や特徴を知ることが, 自然災害が多発する日々の生活において重要である。そのためには, この学習単元に対する生徒の関心を引き出し, 理解を深めるための教材開発が重要である。

本研究の目的は, 中学校理科の地球領域の「地球の大気と天気の変化」の学習において, 生徒が水蒸気量曲線のグラフを正しく読み取れるような教材を開発すること, およびこの教材を用いた中学校理科の授業を行い, その結果から有用で効果的な理科の教材と授業の在り方を模索することである。

2. 授業実践

(1) 授業概要

2020年10月, 徳島県内の公立M中学校において, 1学級29名を対象に「空気中に含まれる水蒸気の量」を学習課題とする理科授業を実施した。

本時を含む中学校理科第2分野の学習単元「地球の大気と天気の変化」の内容は, 中学校学習指導要領(平成29年告示)では以下のように位置づけられている(文部科学省, 2017)。

第2分野 (4)気象とその変化

イ 天気の変化

(ア) 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。

身近な気象の観察, 観測を通して, 気象要素と天気の変化の関係を見いださせるとともに, 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学習指導が求められる。M中学校で使用されている教科書(塚田ほか61名, 2020)に基づく本単元の指導計画(全7時間)と本時の授業の位置付けを表1に示す。

表1 「地球の大気と天気の変化」の単元指導計画

授業内容	配当時間
霧のでき方	1時間
雲のでき方	2時間
空気中に含まれる水蒸気の量	3時間(本時3/3)
地球をめぐる水	1時間

本授業では, 「地球の大気と天気の変化」の学習単元において, 水蒸気量をテープの長さで図示して操作できる「テープグラフ」(後述)を試作し, 従来の紙面に固定された水蒸気量を表す棒グラフに代わるモデル教材として用いた。授業前後に, 生徒に対して後述の質問紙調査(授業前・後アンケート)を実施し, アンケート結果と生徒の活動実態に基づいて, 本授業の教育効果について考察した。

(2) 授業前の生徒の実態(授業前アンケートの結果)

授業前の生徒の理科への学習観や本時の学習内容に関する理解度を問う目的から, 授業当日に対象生徒29名を対象に質問紙調査を実施した。質問紙には, 「理科が好きですか?」, 「「空気中の水の変化」の単元は得意ですか?」, 「グラフ(飽和水蒸気量曲線)の見方がよくわかる」, 「グラフから露点や出てくる水蒸気の量の計算方法がわかる」の各質問に対して「よく当てはまる」, 「当てはまる」, 「当てはまらない」, 「まったく当てはまらない」から1つ選び, その理由を記述する4件法+自由記述式の

*鳴門教育大学大学院 国際教育コース

**鳴門教育大学大学院 グローバル教育コース

***鳴門教育大学大学院 学校教育研究科教員研修留学生

****鳴門教育大学 高度学校教育実践専攻(教科系)

質問項目を設定した。

アンケート結果の概要を図1に示す。図中の各平均値は、「よく当てはまる」(4点)、「当てはまる」(3点)、「あまり当てはまらない」(2点)、「まったく当てはまらない」(1点)と生徒の回答を得点化して集計した値である。また、各選択肢への回答人数を数値と棒グラフで示している。

「理科が好きですか？」に対して「よく当てはまる」および「当てはまる」と肯定的に回答した人数は各11人の計22人で全体の約76%に上り、否定的回答(「あまり当てはまらない」および「まったく当てはまらない」)の人数を大きく上回った。肯定的回答の理由として、「実験が楽しい」、「身近な生活に理科知識が役立つことを学べる」という意見がほとんどであった。一方、否定的な回答の理由には、理科は「とにかく難しい」、「用語が難しい」、「苦手なところと得意なところがある」などがあつた。

「『空気中の水の変化』の単元は得意ですか?」、「グラフ(飽和水蒸気量曲線)の見方がよくわかる」および「グラフから露点や出てくる水蒸気の量の計算方法がわ

かる」の各質問に対しては、上述の「理科が好きですか?」よりも否定的な回答が比較的多く得られた。否定的回答の人数(割合)は、「空気中の水の変化」の単元は得意ですか?」で計18人(62%)、「グラフから露点や出てくる水蒸気の量の計算方法がわかる」で計17人(59%)といずれも60%前後と半数を超え、「グラフ(飽和水蒸気量曲線)の見方がよくわかる」においても計12人(40%)を超えた。これらの結果は平均値にも反映され、「理科が好きですか?」では平均値3.1と3を超える一方、他の3項目では2.5前後に留まった。この結果から、全体的には理科は好きであるが、「空気中の水の変化」の学習内容に対して苦手意識を抱えており、具体的には飽和水蒸気量曲線を正しく読み取って露点や出てくる水蒸気量を計算することに課題を抱えている生徒が多い実態が判明した。

(3) 教材作成・授業設計の工夫

飽和水蒸気量や湿度、露点に関して、一般に、図2に例示するような問題・解説が、教科書や参考書等に紹介

項目	理科が好きですか?	「空気中の水の変化」の単元は得意ですか?	グラフの見方がよくわかる	グラフから露点や出てくる水蒸気の量の計算方法がわかる
平均値	3.1	2.3	2.7	2.2
4 よく当てはまる	11	1	4	1
3 当てはまる	11	10	13	11
2 あまり当てはまらない	6	14	10	10
1 まったく当てはまらない	1	4	2	7

図1 授業前アンケートの結果 (n=29)

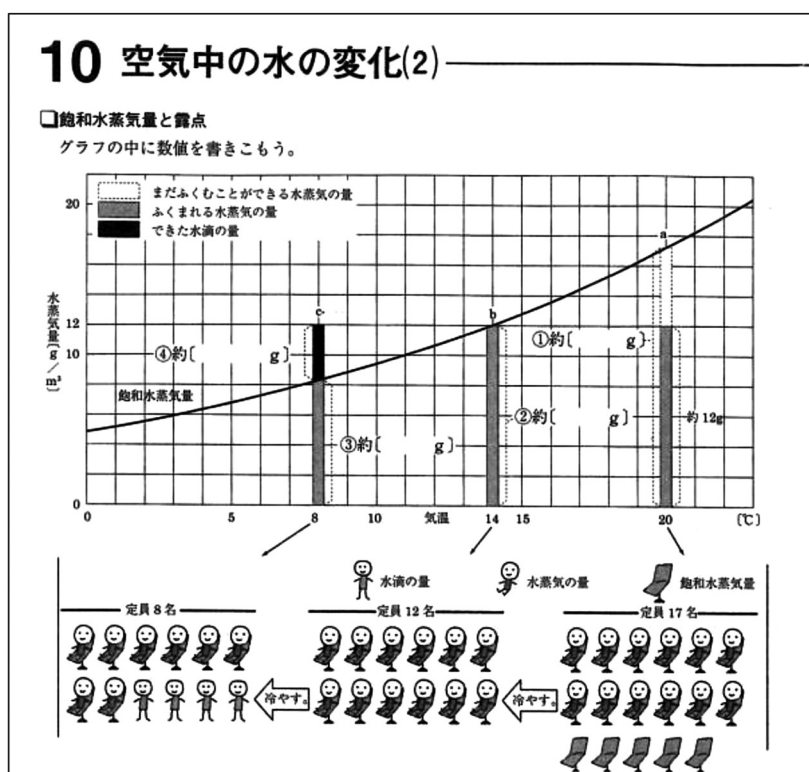


図2 M 中学校指定の生徒用問題集「探究の理科」における空気中の水の変化に関する説明

されている（徳島県中学校理科教育研究会，2020）。

しかし，紙面上の飽和水蒸気量曲線や，水蒸気量を示す棒グラフは，紙面上で動かせないため，温度に伴う湿度の変化や露点を持つ意味を読み取りにくいという欠点がある。今回の授業では，好きな長さに切って自由に貼ったり剥がしたりできる市販のテープ付箋（ヤマト（株）製，「メモックロールテープ フィルムタイプ」）を用いて，水蒸気量をテープの長さで図示する「テープグラフ」（図3）を試作し，従来の棒グラフに代わる水蒸気量を表す教材として利用した。

本授業では，著者の川崎が指導者として学習活動を行い，鳴門教育大学大学院で理科教育について研究するマリ，フィジー，ホンジュラスからの留学生が Team Teaching（TT）で授業を補助した。留学生の各出身国では，水蒸気に関する内容は物理・化学で学習する。しかし，大気中に含まれる水蒸気の相対量が湿度として表現されるということは，彼らの国では義務教育段階の学習範囲に含まれていない。今回の教材を作成するにあたり，対象生徒だけでなく留学生にも大気中の水蒸気を身近に感じられるように，水蒸気量の温度変化を示すグラフを丁寧に説明しながら理解しやすい教材作成を心がけた。なお，留学生たちが居住する本学の学生宿舎は海に面しており，夏は多湿，冬は結露に悩まされており，日常的に水蒸気量や湿度の変化を体感している。この現象には，大気中に含まれる水蒸気の量が関連することを著者の川崎から留学生に伝えて，事前の共通理解を深めた。

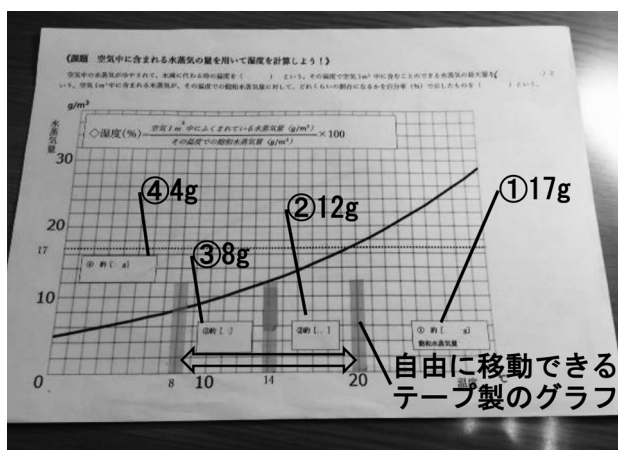


図3 試作して授業に用いたテープグラフ
（生徒用プリント1枚目）

前時までに，生徒は用語（露点・飽和水蒸気・湿度）と湿度の計算方法について学習している。本時の冒頭では，教師が既習の用語を1つ1つ説明しながら生徒が復習できるようにした。また，実際の飽和水蒸気に対して量的感覚を持たせるため， 1 m^3 中に含まれる水蒸気量相当の水の実物を示す場面を取り入れた。導入では，個々の生徒が水蒸気量を表すテープをグラフ用紙に貼り付け

させながら，テープグラフの基本操作や読み取り方を学べるようにした。展開からまとめの場面では，生徒のグループ活動として，テープグラフを操作しながら飽和水蒸気量曲線を読み取り，そこから湿度や露点を求める学習活動を計画した。以上のように，今回の授業では，グループ活動を通じて生徒自身で湿度や露点を導く過程を重視した。本教材では，飽和水蒸気量曲線のグラフ上で，テープを水蒸気量に対応する長さに変更したり，設定温度に応じて自由にスライドさせたりできる。このため，温度変化に伴って湿度が変化する様子を生徒自身がテープを操作しながら視覚的に学習できる。実際の授業では，湿度計算に対する生徒の苦手意識を克服し理解を確かなものへと導けるように，机間指導による支援を頻繁に行うよう心掛けた。

(4) 授業展開

本時の学習指導案を表2に示す。「水蒸気量を視覚的に定量的にとらえ，湿度計算までの立式ができること」を単元学習後の到達目標に設定し，「空気中に含まれる水蒸気の量を用いて湿度を計算しよう！」という課題で授業を実践した。以下では，各場面における指導者・補助者の指示・支援と生徒の学習活動について具体的に説明する。

表2 空気中の水蒸気量の温度変化について学ぶ本時の学習指導案

時間	学習活動	指導上の留意点	注記
①導入 10分	自己紹介 前時振り返り	・留学生からの自己紹介（マリ・フィジー・ホンジュラス） ・飽和水蒸気量について振り返り	・アンケート（授業前済） ・プレゼン資料 ・1枚目のプリント配布
②展開1 10分	用語の定義確認 湿度と水蒸気量の变化について確認する	・用語は黒板に板書していく（露点・湿度・飽和水蒸気量） ・ 1 m^3 の実物大を書いて飽和水蒸気量のイメージを持たせる ・ 20°C の飽和水蒸気量 17 g がはいったピーカーを提示	・ピーカーの用意
③展開2 10分	個人学習	・ 8°C ， 14°C ， 20°C 上にテープグラフを貼って，プリント活用して水蒸気量，飽和水蒸気量，露点を確認する ・テープ図を活用しながら，水蒸気量を視覚的に確認する	・個人で考える時間を確保する ・留学生による生徒への机間指導
④展開3 10分	個人学習→ 班活動	・プリント上にそれぞれの温度ごとに色の異なるテープグラフを貼る（湿度計算を行うため）	・2枚目のプリント配布
⑤整理 10分	班活動	・テープグラフを活用して，湿度や露点を求める	・アンケート（授業後） ・答え合わせは次の授業で

① 導入 (0 - 10 分)

授業の冒頭で本授業に TT として参加する留学生 3 名を紹介した。前時までの復習として、既習用語を生徒と確認した。「飽和水蒸気量」の用語について覚えているかどうか確認すると、生徒全員が挙手した。前時で生徒は、用語の定義や相対湿度の計算について既習している。本時では図 3 に示すプリント (1 枚目) を各生徒に配布した。生徒は「飽和水蒸気量」の用語を確認し、本日の課題 (空気中に含まれている水蒸気の量を用いて湿度を計算しよう!) をプリントに記入した。

② 展開 1 (10 - 20 分)

1 m³ が実際どのくらいの大きさかを生徒に示すために、長さ 1 m に切ったロープを活用して、実寸大の 1 × 1 × 1 = 1 m³ を黒板に示した。生徒に常温空気中に含まれる水蒸気量を実体的かつ定量的に理解させるため、20℃ 時における飽和水蒸気量相当の液体の水約 17 g を 50 mL ビーカーに入れて、留学生が机間巡回して生徒に提示した。生徒は、教科書に示された数値から想像する量と、実際の約 17 g の水量とのギャップに興味・関心を示した。プリント上に示した以下の用語を答える確認問題を 3 分間で生徒に解かせた。用語の定義は以下の通りである。

■用語の確認について■

露点：空気中の水蒸気が冷やされて凝縮し、水滴に変わる時の温度のことである。

飽和水蒸気量：その温度で空気 1 m³ 中に含むことのできる水蒸気の最大量 (g) のことである。

湿度：空気 1 m³ 中に含まれる水蒸気が、その温度での飽和水蒸気量に対して、どれくらいの割合になるかを百分率 (%) で表したものである。

③ 展開 2 (20 - 30 分)

20℃ 時における飽和水蒸気量が約 17 g であることを確認するため、飽和水蒸気量曲線を上限とする棒グラフを配布したプリント上に点線で描かせた。グラフ上で水蒸気量 12 g に対応する長さのテープを生徒に配布し、プリントの 20℃ の位置に貼らせた。教室内の TV モニターに、配布したプリントと同じ内容のスライドを映し出し、生徒に 20℃ での飽和水蒸気量を考えさせ、記入させた (図 3 ① 約 17 g)。その解答を一人の生徒に答えさせた後、グラフの縦軸が水蒸気量、横軸は温度であることをそれぞれ説明した。14℃, 8℃ の位置にも水蒸気量 12 g に対応する長さのテープグラフを貼らせて、その水蒸気量での露点や、結露して出てくる水滴量を考えさせた。この間、生徒の学習活動と理解に遅れがないか点検して支援するため、留学生と TT で机間指導を行った。

④ 展開 3 (30 - 40 分)

14℃ でテープグラフが飽和水蒸気量曲線と上接する

ので、ここが露点となる。生徒に 14℃ の飽和水蒸気量を考えさせ、プリントに記入させた (図 3 ② 12 g)。続いて、8℃ 上のテープグラフは視覚的にも飽和水蒸気量曲線を上回る。8℃ での飽和水蒸気量と含み切れない水蒸気量を生徒全員に記入させ、生徒の 1 人を指名して答えさせた (図 3 ③ 8 g, ④ 4 g)。個人での活動を終えて、生徒 29 名を 5 ~ 6 名ずつの 5 グループに編成し、後述の 2 枚目のプリントの問題をグループで議論して解答するように指示した。

⑤ 整理 (40 - 50 分)

飽和水蒸気量曲線が描かれた 2 枚目のプリントと長さ・色の異なるテープ 4 枚を各生徒に配布し、各テープを温度 8, 14, 20, 25℃ の位置に貼るように指示した。テープを貼った状態のプリントを図 4 に示す。各温度での湿度などを計算する練習問題を提示した。具体的には、(1)「A ~ D の空気のうち、水蒸気で飽和しているのはどれか？」(正答：A)、(2)「A ~ D の空気のうち、1 m³ 中に含まれている水蒸気がほぼ等しいのはどれか？」(正答：B と C)、(3)「C の空気は 1 m³ あたり、あと何 g の水蒸気を含むことができるか？」(正答：7 g)、(4)「D の空気の温度を下げたとき、水滴が生じ始めるのは、何℃ になった時か？」(正答：22.5℃) の各問題を示したプリントを各生徒に配布した。

問題(1)から(3)では、求める湿度が 100% 未満である。このような問題はこれまでの授業で何度も扱われており、多くの生徒はすぐに計算できていた。問題(4)では、湿度 100% を超える温度すなわち露点を求める。この問題に対して生徒は解答の経験が乏しいようであり、悩んでいる班が多く見られた。5 分ほどの話し合いの中で全班が解答できなかったため、答え合わせは次時の授業に持ち越して本授業を終了した。

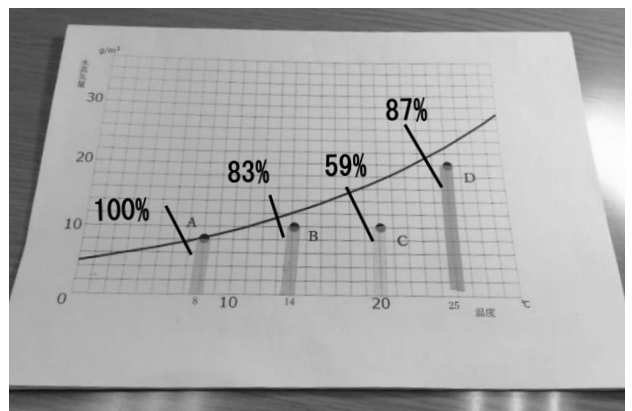


図 4 テープグラフを用いた「探究の理科」の練習問題 (生徒用プリント 2 枚目)

3. 結果

(1) アンケート結果

授業の直後、前述の授業前アンケートと類似する内容・方法で質問紙調査を実施した。具体的には、「グループ活動を通してわかりやすかった」、「テープグラフがわかりやすかった」、「飽和水蒸気について理解が深まった」、「グラフから露点や出てくる水蒸気量を計算できた」、の各質問に対して、「よく当てはまる」、「当てはまる」、「当てはまらない」、「まったく当てはまらない」から1つを選んで回答させた。

授業後アンケートの結果を図5に示す。表示方法は授業前アンケート結果(図1)と同様である。アンケート結果の概要を図5に示す。図中の各平均値は、「よく当てはまる」(4点)、「当てはまる」(3点)、「あまり当てはまらない」(2点)、「まったく当てはまらない」(1点)と生徒の回答を得点化して集計した値である。また、各選択肢への回答人数を数値と棒グラフで示している。

「グループ活動を通してわかりやすかった」、「テープグラフがわかりやすかった」、「グラフの意味や見方が分かった」では平均値3.0以上を示した。「グループ活動を通してわかりやすかった」に対して、「よく当てはまる」および「当てはまる」と肯定的に回答した人数は計22人で全体の約85%、「テープグラフがわかりやすかった」に対して「よく当てはまる」および「当てはまる」と肯定的に回答した人数は計21人で全体の約81%、「グラフ

の意味や見方が分かった」で肯定的に回答したものは計20人(約77%)にそれぞれ達した。しかし、「グラフから露点や出てくる水蒸気量を計算できた」では、計12人(約46%)が肯定的に回答した一方、否定的回答(「あまり当てはまらない」および「まったく当てはまらない」)が過半数を占め、平均値は2.6に留まった。

授業前後のアンケート結果の中から、「飽和水蒸気量についての理解」、「露点についての理解」、「グラフの見方についての理解」、「グラフから露点や出てくる水蒸気量の計算方法がわかる」に関する各質問の平均値を算出して比較した。「飽和水蒸気量についての理解」の項目は、授業前アンケートの「飽和水蒸気量について覚えていますか?」と授業後アンケートの「グラフから露点や出てくる水蒸気量を計算できた。」の平均値を比較し、以下同様に「露点についての理解」は「露点について覚えていますか?」と「露点について理解が深まった」、「グラフの見方についての理解」は「グラフの見方がよくわかる」と「グラフの意味や見方がわかった」、「グラフから露点や水蒸気量の計算方法がわかる」は、「グラフから露点や出てくる水蒸気量の計算方法がわかる」と「グラフから露点や出てくる水蒸気量を計算できた」の各平均値をそれぞれ比較した。

本授業内容に対する生徒の理解度を授業前後で対比して図6に示す。飽和水蒸気量、露点に対する理解は、授業後の各平均値が授業前に比べて0.2ポイント上昇しており、飽和水蒸気量、露点の意味についての理解度が向

項目	グループ活動を通してわかりやすかった	テープグラフがわかりやすかった	グラフの意味や見方がわかった。	グラフから露点や出てくる水蒸気量を計算できた。
平均値	3.4	3.4	3.2	2.6
4 よく当てはまる	15	15	10	5
3 当てはまる	7	6	10	7
2 あまり当てはまらない	4	5	6	12
1 まったく当てはまらない	0	0	0	2

図5 授業後アンケートの結果 (n=26)

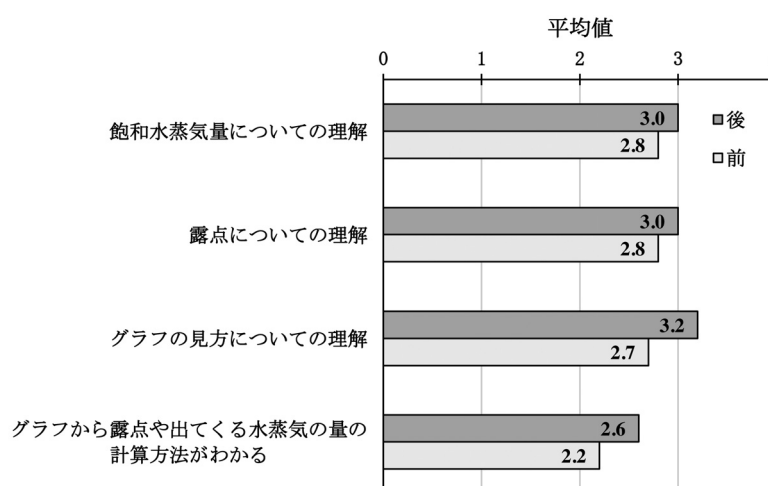


図6 授業前後における生徒の理解度の変化

上したと言える。同様に、グラフの見方についての理解は0.5ポイント上昇し、グラフから露点や出てくる水蒸気量の計算方法では0.4ポイント上昇している。このことから、授業前と比較すると、生徒はグラフを読み取って露点やその温度で出てくる水蒸気量を計算することがある程度できるようになったと考えられる。

以上の結果から、飽和水蒸気量曲線のグラフを読み取って湿度を計算することに苦手意識があった生徒も、テープグラフを用いた個人および班での学習活動を通して、水蒸気量や湿度に関する概念的な理解を深めることができたと考えられる。一方、多くの生徒は具体的な数値として湿度や露点を求めることが依然苦手であり、教材や学習指導のさらなる改善が必要であると言える。

(2) 自由記述での回答

授業後アンケート内に自由記述欄を設けて、生徒の授業に対する感想や見解を記述させた。得られた回答を一部抜粋して表3に示す。表3では各コメントを、テープグラフ、学習への楽しさ、班活動、留学生、その他に関するものに分類、整理して示している。

テープグラフに対するコメントとして、例えば「テープグラフを用いてできたので、よくわかった。」「テープグラフを用いることですごくわかりやすかったです。」「グラフにテープを貼るというやり方は初めてだったけど、とても読み取りやすかった。」などの回答が得られた。このことから、テープグラフは水蒸気量の視覚的な理解において有用であると考えられる。

学習への楽しさに対するコメントとして、例えば「いつもと違った授業で楽しかった。」「楽しく学ぶことができた。」「とても楽しかった。」などの回答が得られた。このことから、留学生が、TTとして授業に参加し、テープグラフを用いて支援してくれることは生徒たちにとって新鮮だったと考えられる。

班活動に対するコメントとして、例えば「理科では実験しかグループとすることはいいけど、今日はしっかりグループのことができたのでよかったです。」「グループで活動することができて、意見も共有できて理解が深まった。」「班活動が楽しかった。」などの回答が得られた。このことから、班活動は生徒同士の学びを深めるのに役立ったと考えられる。

留学生に関するコメントとして、例えば「留学生の人たちに、慣れない日本語で教えてもらいました(後略)。」「なぜ留学しようと思ったのですか?」「留学生さんへなぜ理科の先生になりたいと思ったのですか?」などの回答が得られた。このことから、国籍・言語は違うが、理科教師として来日している留学生に対して興味・関心を示して、生徒たちが留学生と交流を持ちたい様子がうかがえる。

表3 授業後の生徒の感想(一部抜粋)

テープグラフ

- テープグラフを用いてできたので、よくわかった。
- テープグラフを用いることですごくわかりやすかったです。
- グラフにテープを貼るというやり方は初めてだったけど、とても読み取りやすかった。
- グラフにテープをはったりして学ぶのは楽しかった。
- テープグラフがすごく見やすかったし、分かりやすかった。
- テープグラフを使って授業をしているのがよかった!
- テープグラフのテープがそれぞれ違う色のテープだったので、とても分かりやすかった。
- テープグラフを使ったりしていつもとは少し違う理科の授業を受けられました。
- 特に、テープを使った学習はわかりやすかったです。

学習の楽しさ

- いつもと違った授業で楽しかった。
- 楽しく学ぶことができた。
- とても楽しかった。留学生さんへ伝わらないこともたくさんあるかもしれませんが、がんばってください。
- 楽しかった。

班活動

- 理科では実験しかグループとすることはいいけど、今日はしっかりグループのことができたのでよかったです。
- グループで活動することができて、意見も共有できて理解が深まった。
- 班活動が楽しかった。

留学生

- 留学生の人たちに、慣れない日本語で教えてもらいました。テープを使ったり、班で意見を出し合ったりしてとても分かりやすかったです。
- なぜ留学しようと思ったのですか?
- 留学生さんへなぜ理科の先生になりたいと思ったのですか?
- 日本は好きですか?
- 理科の得意な単元はなにか?
- 今回の学習はとても分かりやすかった。用語の意味が理解できた。留学生さんは日本に来て何年目ですか?
- 外国人と交流できるのがよかった!
- 留学生の方も優しく教えてくださったのでよかったです。
- 国に帰っても先生の仕事をがんばってください。
- 留学生さんがんばれ。
- 留学生の方も優しく接してくれたので、気楽にできた。

その他

- いつもとは違うグラフや授業で新鮮な気持ちで取り組めた。
- 単語の意味が再確認できてよかったです。ありがとうございました!

4. 考察

平成 29 年告示の学習指導要領（文部科学省，2017）では，育成を目指す資質・能力を，①知識及び技能，②思考力・判断力・表現力等，③学びに向かう力，人間性等の 3 つの柱で整理している。以下では，この 3 つの観点から今回の教材や授業の成果と課題について検討する。

(1) 知識及び技能

アンケート結果から，テープグラフを用いたことにより，生徒が水蒸気量をより視覚的に認識しやすいことが示唆され，自由記述においても 26 人中 9 人の生徒が「テープグラフ」の有用性について指摘した。このことから，今回の教材は生徒が大気中に含まれる水蒸気量の視覚的な理解を促すことに役立ったと考えられる。

(2) 思考力・判断力・表現力等

授業の前半で，教師から水蒸気量・露点・湿度の各用語を丁寧に確認，説明してから生徒主体のグループワークを行った。26 人中 2 人の生徒がグループワークの有用性について回答した。基本的な知識を先に整理してから，生徒同士の対話的な学びを取り入れたことで，効果的に学習内容に対する生徒の理解が深まったと考えられる。

(3) 学びに向かう力，人間性等

26 人中 11 人の生徒が，「留学生から優しく接してくれた。」，「外国人と交流できた。」など，外国人理科教師である留学生との出会いについてコメントした。授業中には，生徒たちも留学生と積極的に関わろうとする場面もあり，生徒の興味・関心を高め新しい価値観の創造や知的好奇心を刺激したと考えられる。

上記も踏まえて，本教材は，水蒸気量を視覚的に表し，生徒たちに実感を伴って理解させるのに有効であると言える。欠点としては，プリント上での細かな作業を伴うため，テープグラフの利用法について事前的確な指示が必要である。特に，グラフ上の何℃の位置にどのようにテープを貼るか具体的な手順を明確にさせる必要がある。教材の操作に時間を要すると，学習の本質に触れる対話の時間が短くなってしまい，対話による深い学びが得られにくい。例えば，プレゼンテーションソフトを用いて授業を進行する場合には，文字を大きくして見やすくしたり，指示をわかりやすく伝えたりするなど，生徒のグループ活動を円滑に進行するための工夫が必要である。

5. 結論

本研究では，大気中の水蒸気を量的に捉えて湿度を計算することが苦手な生徒が多い実態を踏まえ，生徒が水蒸気量曲線のグラフを正しく読み取れるような教材や授業方法を開発することを目的に，水蒸気量をテープの長さで図示して操作できる「テープグラフ」を用いた中学校理科の授業を実践した。水蒸気量を視覚的に示すテープグラフを活用することで，授業前は飽和水蒸気量曲線を読み取ることが苦手だった生徒たちが，露点・飽和水蒸気などの用語の意味を理解し，グラフが読み取れるようになった。一方，アンケート結果からは，露点や湿度の計算に課題を抱える生徒が依然として一定数存在することが示唆された。本教材は，学習の導入での動機付けや水蒸気量，露点の概念的な理解には有用性ではあるが，具体的な計算問題を解く技能の向上において改善の余地がある。可能な限りを反復練習の時間も確保し，知識及び技能の定着を図る必要がある。

これからの時代は変化が激しく，我が国においても厳しい挑戦の時代を迎えている。次世代を生きる生徒たちには，国と国の文化を超えて新たな価値を創造する主体的に取り組む態度が求められる。国を超えた教師と生徒の出会いが学びへの意欲を喚起し，新しい価値観や授業を形成していくと期待される。今後も国際交流を含んだ理科教育は新しい価値観を形成していくために重要であり，実践的な研究が求められる。

謝辞

本研究を遂行するにあたり，授業に協力いただいた松茂町立松茂中学校の教職員・生徒の皆様に心より感謝を申し上げます。

文献

- 文部科学省：『中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説 理科編』，大日本図書，92p.，2017.
- 徳島県中学校理科教育研究会編：『探究の理科』，pp.11 - 12，2020.
- 塚田捷ほか 61 名：『未来へひろがる サイエンス 2』，新興出版社啓林館，pp.72 - 79，2020.