

3D天気図教材の開発と中学校における授業実践

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2019-06-28 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 本谷, 匠, 月僧, 秀弥, 西行, 大志, 松本, 拓也, 三好, 雅也 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10098/10659

3D天気図教材の開発と中学校における授業実践

福井大学大学院教育学研究科 本 谷 匠¹

福井大学大学院教育学研究科 月 僧 秀 弥²

福井大学大学院教育学研究科 西 行 大 志³

福井大学大学院教育学研究科 松 本 拓 也⁴

福井大学教育学部 三 好 雅 也

(現所属: ¹ 越前市王子保小学校; ² 坂井市立丸岡南中学校; ³ 福井市光陽中学校; ⁴ 坂井市立坂井中学校)

中学校理科気象分野の「気圧と風」に関して、生徒たちが実感を伴った理解をするための教材「3D天気図教材」を開発し、授業実践によってその教育効果を検証した。授業の中で、予め等圧線が書かれている透明パックを組み立てる活動を導入し、授業中の生徒の様子やアンケートから、本教材を導入した授業の教育効果を調べた。その結果、本教材を導入した授業は動機付けと内容理解に対して効果を有することが分かった。

キーワード：天気図，教材開発，地学教育，中学校理科，気圧と風

1. はじめに

中学校学習指導要領解説理科編（2008）では、気象単元が含まれる地学分野の学習について、次のような目標を示している。「地学的な事物・現象についての観察、実験を行い、観察・実験技能を習得させ、観察、実験の結果を分析して解釈し表現する能力を育てるとともに、大地の成り立ちと変化、気象とその変化、地球と宇宙などについて理解させ、これらの事物・現象に対する科学的な見方や考え方を養う」。即ち、地学分野の学習においては、単に地学的な知識を身に付けるのみではなく、観察・実験技能の習得や観察・実験の結果を分析・解釈し、表現する能力も求められている。

中学生にとって気象単元は、天気予報や生活経験の中で身近に感じやすい内容であり、興味を持ちやすい単元である。しかし一方で、苦手意識を持ちやすい単元でもある。例えば、H27 全国学力・学習状況調査報告書（文部科学省，2015）によると、各領域での平均正答率は、物理的領域は 49.4%，化学領域は 56.8%，生物的領域は 62.6%，地学的領域は 46.7% となっており、地学的領域の正答率が最も低い。このときの地学的領域の設問は、風向の読み取りや雲のでき方などの気象単元の内容であった。このように H27 全国学力・学習状況調査報告書を見ると、気象単元は中学生にとって苦手意識を持ちやすい単元であると考えられる。気象単元は、水蒸気量・湿度の計算、雲のでき方・気圧（高気圧・低気圧）等、視覚的に理解し難い内容であり、苦手と感じる生徒が多い。特に気圧に関して、同一平面上に書かれた等圧線から気圧の高低差を読み取る作業が難しいようである。

このように、気圧の学習は中学生が苦手と感じる要素を多く含むが、等圧線の学習を通じて高気圧・低気圧を理解することは、風向や風力、雲のでき方の理解にも繋がるため、気象学習の中では特に重要な内容となっている。従って、気圧に関する理解を深めることが、気象単元における大きな課題の一つといえよう。

気象学習教材の開発例はいくつか報告されており、例えば、間處ほか（2012）は、温帯低気圧の移動に伴う雲の動きを気象衛星の雲画像と対応させる問題について、従来の座学のみでは苦手と感じる中学生が多いことを踏まえ、雲発生のモデル実験を取り入れた教育手法を考案し、科学演習講座において実践している。このモデル実験は、空気を入れたドライアイスを用い、日本海上に発生する雲を再現するというものである。タッパー内の水の上を空気が通過すると雲が発生するため、雲の発生機構について視覚的に理解しやすい実験であるが、装置管理やコスト面に課題が残る。

上記のとおり、雲を題材とした気象教材開発の報告例はあるが、気圧に焦点を合わせた教材開発の報告事例は限られている。また、気象単元の実践は科学講座等において実施されている場合が多く、中学校理科授業において実施された例はほとんどない。そこで本研究では、気圧や等圧線に関して視覚的に理解を得られる気象教材として、「3D 天気図教材」（図 1）を開発した。また、開発教材を導入した理科授業を考案し、授業実践を通じて教材の教育効果について検証した。



図1. 3D天気図教材（天気図と透明弁当蓋9枚を使用）。（左）組み立て前，（右）組み立て後。

2. 教材開発

2-1. 教材開発の背景

気圧の学習における重要課題は、「気体の圧力」という、視覚的に理解困難なものの可視化であった。この点について、これまで立体天気図模型作成や、コンピュータを用いた教材開発研究等が行われてきた（小松ほか，2007；青野，2002）。小松ほか（2007）は、手軽に凹凸を作成できる紙「WAVY WAVY」（日本製紙）を用いた立体天気図作成実習を大学の実験教室で行い、年齢問わず幅広い対象から気象への興味を引き出したと述べている。しかし、この紙の生産中止に伴い、2009年以降継続的な実践報告はない。青野（2002）は、コンピュータを用いて天気図中の等圧線を三次元的に（俯瞰図で）表すことで、学習者が気圧配置を実感し、等圧線に対する理解を深めることができると主張している。このように、気圧を可視化する教材は多くはないが、これまでにいくつか開発されている。一方で、時間・コスト・技術的な問題から、これまで授業の中で用いられた例はほとんどない。

気象学習教材ではないが、等圧線と同じく等ポテンシャル線の一つである「等高線」の透明立体模型教材が松村（2003）によって開発されている。複数枚の透明弁当パックに各標高の等高線を書き入れ、それらを重ねることで、地形図を三次元的に表現するという内容である。この教材の長所は、比較的安価であること、また弁当パックが透明であるため、底部の原図（地形図等）が覆い隠されないということである。この手法は、堀ほか（2005）により改良され、中学校1年生・小学校6年生を対象とした等高線に関する授業実践がなされている。堀ほか（2005）は、この教材導入は、等高線の立体イメージの理解や、標高・傾斜の読み取りに有効であったと述

べている。

上記先行研究の報告内容を踏まえ、著者らは、等圧線の可視化と、それによる気圧に関する理解補助を実現すべく、新たな気象教材開発に取り組んだ。

2-2. 3D 天気図教材

著者らが開発した気象学習用教材「3D 天気図教材」は、従来の板状素材を重ねる立体模型作成の問題点（時間、コスト）を解決し、弁当パックを用いた透明立体模型の長所（比較的安価、底部の原図が透けて見えること）を活かしたものである（図1）。本教材の特徴については、月僧（2016）の中に一部紹介がある。ここでは、本教材作成手順の詳細を述べ、後の章で本教材を用いた授業実践について報告する。

本教材作成に必要な主な物品は、透明弁当蓋（商品名：C-AP カップ 125 角 落し蓋）、天気図、油性ペンである（表1）。必要となる透明弁当蓋の枚数は、用いる天気図の等圧線の数と同じである。天気図については、透明弁当蓋の面積（128 mm×128 mm）を超えないものを準備する。原図となる天気図の上に透明弁当蓋を一枚置き、一つの気圧に対応した等圧線を油性ペンでなぞり書き入れる。この作業を、天気図に示された等圧線の本数分繰り返す。下位ほど低気圧となるように重ねる。その結果、各地点における気圧の高・低が、地形図の標高の高・低と同様に、山・谷で表される（図1）。

「3D 天気図教材」の授業への導入で期待される効果として、(1) 空気の層の厚さ（重さ）を立体化することで、天気図の読み取りを補助する役割を果たすこと、(2) 「気圧と風」の学習において、活動を主体とした能動的学習を行うことができること、の2点が挙げられる。(1) について、各地点における上空の空気の層の厚さ（重さ）

表1. 3D天気図教材の作成およびそれを用いた授業実践の必要物品

物品名	個数	備考
透明弁当蓋	9枚/人	C-AP カップ 125 角 落し蓋, 12.5 cm×12.5 cm (図 1)
天気図	1枚/人	日本周辺の天気図 (2015 年 12 月 10 日 15:00), 8.5 cm×11 cm
油性ペン	1本/人	黒色
ワークシート	1個	図 2
水槽 (仕切り付)	1個	アクリル製, 30 cm×20 cm×30 cm (図 3)
食紅	1枚/人	家庭用食用色素「赤」

を可視化することにより、高気圧の地点では空気の層が厚く（重く）、低気圧の地点では空気の層が薄い（軽い）ということが視覚的に理解しやすくなる。また、各地点での気圧の違いを視覚的に捉えることで、天気図の気圧配置を手がかりに大まかな風向を読み取れるようになることが期待される。中学校では気圧を空気の重さと関係付けて指導しており、例えば中学校 1, 2 年生理科教科書「新しい科学」（東京書籍、2013）では、「大気圧は空気の重さによって生じている」、「気圧は空気の重さによって生じる圧力である」と、それぞれ説明している。3D 天気図教材では気圧の高・低を山の高・低で表すため、山・谷がそれぞれ空気の量の多・少を示すという説明をすることにより、「気圧と空気の重さ（量）の関係」をイメージする助けとなる。(2) について、中学校学習指導要領解説理科編（文部科学省、2008）では、中学校理科では、科学的に探究する能力の基礎と態度を育成するために、自然の事物・現象の中に問題を見いだし、目的意識をもって観察、実験などを主体的に行い、得られた結果を分析して解釈するなど、科学的に探究する学習を進めていくことが重要であると述べている。「気圧と風」の学習を、演示実験や板書等での説明等のみで行うのではなく、3D 天気図教材を授業に導入することにより、教材の作成を通じた等圧線の読み取りや、完成した 3D 天気図教材を用いた「気圧」を題材とした議論等、様々な種類の活動の実施ができ、科学的に探究する学習が可能となりうる。また、どのような天気図でも題材となりうるため、例えば授業前日や当日の天気図を用いることも可能となる。

本教材を授業に導入する際に注意を要する点は、3D 天気図教材における山・谷は、あくまで地表で計測された気圧の値に基づく空気の層の厚さ（重さ）を表すものであり、高度を示すものではないということである。例えば、高気圧を 3D 天気図教材で表した場合、気圧の中心が山の頂部となるため、「上空ほど圧力が高い」という誤解を生じる可能性がないとはいえない。従って、授業で用いる際には教員側が細心の注意を払い、丁寧に説明することが必要である。

3. 授業実践

3D 天気図教材の教育効果を調べるため、中学校において教材を用いた理科授業を複数回行った。対象とした学年・単元は、2 年生・「天気とその変化」であり、特にその中の「気圧と風」の授業を行った。

授業では、予め 3D 天気図教材を準備し、組み立て作業の部分を生徒が行った。当初は等圧線の読み取り、気圧や等圧線の記入、組み立ての全作業を授業時間内に行う予定であった。しかし、大部分の生徒が、気圧の書き込みや等圧線をなぞる等の作業に時間を費やし、結果として思考・議論の時間が不足するという問題が生じた。この問題を解決すべく、気圧・等圧線の記入作業を省いた授業を考案し、実施することとした。

授業の目標は、「高気圧から低気圧に向かって風が吹くことを理解する」、「気圧の差が空気の量の差であるということを理解する」の 2 点である。授業時間は 50 分間であり、著者または実践クラスの理科担任教諭が授業を行った。授業実践で用いた物品を、表 1 に示す。

3-1. 実践の詳細

福井県内公立中学校 2 校の全 8 クラス（A 校 7 クラス 26～29 名；B 校 1 クラス 25 名）において授業を行った。

授業の流れを表 2 に、使用したワークシートを図 2 にそれぞれ示す。授業の導入として、生徒らに天気図に関して知っていることを自由に発言させ、授業で用いる基本的な用語の確認を行った。その後、授業のテーマが「等圧線を手がかりに風向を考える」ということであると伝え、ワークシート最上部の「予想」の天気図（図 2）中に、予想される風向の矢印を書き込むよう指示した。予想を全体で共有した後、等圧線が書き込まれた透明弁当蓋と天気図を配布し、3D 天気図教材の組み立てに取り掛かった（3～4 人ずつのグループに分かれて作業実施）。3D 天気図完成後にそれを観察し、グループ内で「高気圧と低気圧の違い」について議論し、ワークシート（図 2）に記入するよう指示した。その後、各グループの考えを発表し、意見の違いを比較した。3D 天気図教材を用いて高気圧・低気圧と空気の重さの関係について確認した後、水槽を用いた演示実験を行った。アクリル板で 2 つに仕切った水槽（図 3）の片方に少量の水、他方に

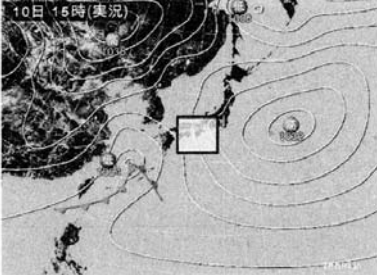
表2. 3D天気図教材を用いた授業の流れ

段階	授業内容
導入	・天気図を見て, 天気図に関して知っていることを個人に発言させ, 全体で共有する。 ・本時の学習課題（大阪ではどの向きに風が吹いているのだろうか）を確認する。 ・どのような風向であるのかについて個人で予想・発表させて全体で共有する。
展開	・3D 天気図教材の組み立て, 観察を行わせる。 ・3D 天気図教材を観察して気付いたことや分かったことをグループ内で共有させる。 ・再度, 大阪における風向を考えて発表させ, 全体で共有させる。
まとめ	・水の移動の水槽演示実験を行い, 気圧との共通点を示す。 ・高気圧から低気圧に向かって風が吹くことを確認する。 ・実際の風向は地球の自転の影響を受け, 少しずれることを説明する。

天気とその変化 「気圧と風」

組 名前

大阪ではどの向きに風が吹いているのだろうか？

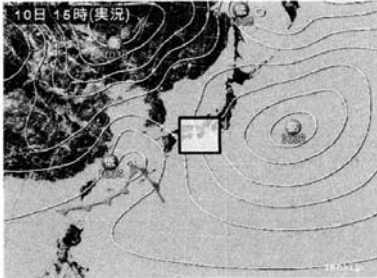


10日 15時(実況)

○予想 大阪の風の向きを左の図に書いてみよう！

理由

○立体天気図を見て気付いたことやわかったことを書いてみよう！



10日 15時(実況)

○もう一度大阪の風の向きを考えてみよう！

理由

図2. 3D天気図教材を用いた授業実践で使ったワークシート。

多量の水を入れて両者に明瞭な水位差をつけ, 仕切り板を取り外して水の移動を観察する実験である。水量が多い方から少ない方へと水が移動することを示し, 水を空気に置き換えて考えさせることで, 高気圧・低気圧間における空気の動き(風向)を考察する際の材料とすることが演示のねらいである。水の移動を観察しやすくするために, 片方の水に食紅で着色した。演示実験の後, 授業での学習内容を踏まえ, 改めて風向を考え, ワークシート(図2)の天気図中に書き込むよう指示した。最後に

教師が天気図上に実際の風向を示した。その後, 実験で示すことはできないが, 実際の風向は単純に「高気圧から低気圧へ」とはならないこと, その原因は地球の自転の影響であることを補足的に説明した。

授業時間 50 分間のうち, 3D 天気図教材の作成に要した時間は約 6 分である。グループ内の議論, 全体共有, およびまとめに要した時間は, 合計約 18 分であった。

授業後, 3D 天気図教材の教育効果を調べるため, 生徒に対してアンケート調査(図4)を行った。アンケー

ト調査項目は、授業への本教材導入による動機づけ、および内容理解の2つの側面について調査するための設問である。

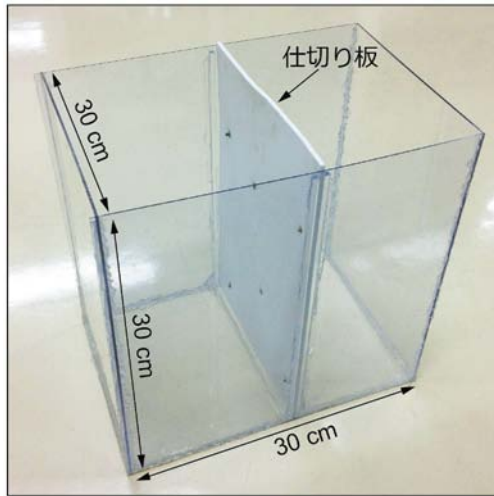


図3. 水の移動の演示実験で使用した水槽.

4. 結果

4-1. 授業の様子

導入部分における風向きの予想の場面では、様々な方向の風向きが予想されていた。その中で特に北東、南東、南西、北西の4方向を選択する生徒が多く見られた。予想した理由として「高気圧から低気圧に向かって吹くと思う」、「等圧線の形から」、「前線の向きから」、「台風が南西から北東に進むイメージがあるから」という理由が出てきたが、半分以上は「勘」、「なんとなく」といった理由で選択していた。

教材作成後の全体共有の場面では、3D天気図教材を観察して気付いたこととして「高気圧は山みたいで、低気圧は谷みたいになっている」、「等圧線の間隔が狭いほど山の傾きが大きい」、「高気圧は真ん中に近づくにつれて高くなり、低気圧は真ん中に近づくにつれて低くなる」といった発言があった。またワークシートには、発表された内容以外に「高気圧のところが空気が多くて、低気圧のところは少ない」、「高気圧から低気圧に向かって風

理科 授業アンケート

今日の授業を振り返って書いてください。

1. 今回の授業は楽しかったですか？
 ア 楽しい イ やや楽しい ウ あまり楽しくない エ 楽しくない

理由

2. 立体天気モデルは高気圧や低気圧をイメージするのに役立ちましたか？
 ア 役立った イ 少し役立った
 ウ あまり役立たなかった エ 役に立たなかった

3. 高気圧と低気圧ではどちらの方が上に乗っている空気の量が多いですか？
 ア 高気圧 イ 低気圧 ウ どちらも同じ エ わからない

4. 風の向きについての問題です。図の□の中に、その場所での風の向きを矢印で書いてください。

5. 今回の授業で高気圧や低気圧について理解することができましたか？
 ア 理解できた イ 少し理解できた
 ウ あまり理解できなかった エ 理解できなかった

6. 今回の授業を終えて、高気圧や低気圧について思ったことや気付いたこと、疑問に思ったことを自由に書いてください。

図4. 授業後アンケート調査用紙.

が吹きそう」といった記述も見られた。

また、教材作成後に再び風向きを予想すると、西か南西をほぼ生徒全員が選択していた。選択した理由は「高気圧から低気圧に向かって風が吹くと思う」と答えた生徒がほとんどであり、「勘」、「なんとなく」といった理由の生徒はほとんどいなかった。

4.2. 授業後アンケートの結果

授業後アンケートの集計結果を、図5に示す。

項目1「授業は楽しかったですか？」に対し、「楽しい」、「やや楽しい」と回答した生徒は、全体の90%以上を占めた(図5A)。記述欄に記された主な理由は、「教材作成(組み立て)」、「教材観察」、「授業内容」、「内容理解」、「グループワーク」といったものであった。一方、「あまり楽しくない」、「楽しくない」と回答した生徒は、1%であった。主な理由は、「内容が難しかった」、「学習があまり好きではない」などであった。

項目2「立体天気図モデル(3D天気図教材)は高気圧や低気圧をイメージするのに役立ちましたか？」に対し、全ての生徒が「役に立った」、「少し役に立った」と回答した(図5B)。

項目3「高気圧と低気圧ではどちらの方が上に乗っている空気の量が多いですか？」に対し、「高気圧」と回答した生徒は89%であった。「低気圧」と回答した生徒は7%であった。「どちらも同じ」、「わからない」と回答した生徒は、それぞれ1%、3%であった(図5C)。

項目4は、図中に風向きを示す矢印を書き込む設問である。高気圧・低気圧と風向の関係に関する生徒らの内容理解の程度を調べるため、本項目における回答結果を3段階に区分して評価した。第1段階では、高気圧から低気圧に向かって風が吹いていることに関する正答率、第2段階では、第1段階正答者の内、高気圧の下降気流と低気圧の上昇気流の2つに関する正答率、第3段階では、第1・第2段階正答者の内、他の部分も正答しており完全正答となっている正答率について、それぞれ調べた。これら3段階に適合しない回答については、「その他」に区分した。第1段階では、全体の91%の生徒が正答した。第1段階正答者(194名)のうち、第2段階では、52%の生徒が正答した。第1・第2段階正答者(110名)のうち、第3段階では、37%(79名)の生徒が正答した。その他に区分された生徒は、9%(19名)であった(図5D)。

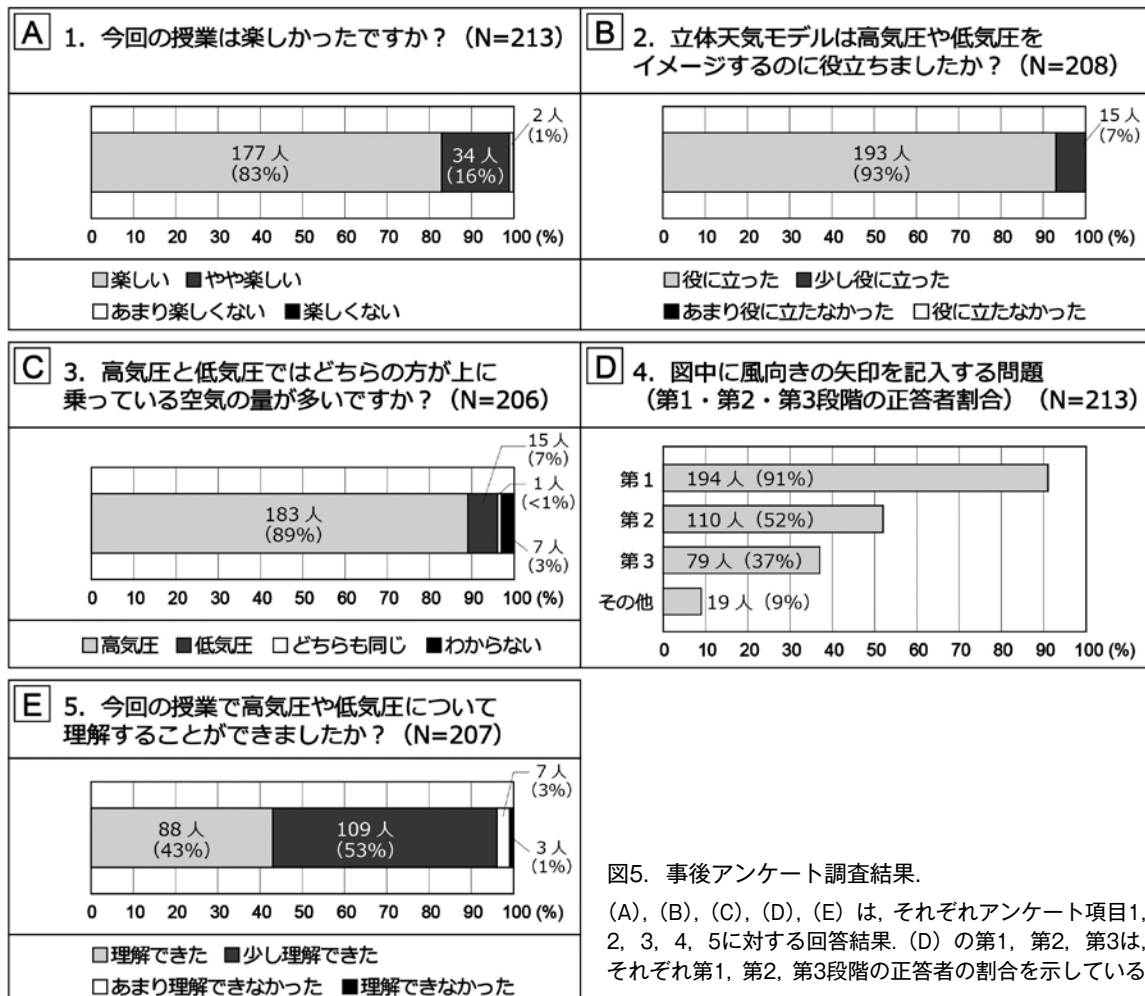


図5. 事後アンケート調査結果。

(A), (B), (C), (D), (E) は、それぞれアンケート項目1, 2, 3, 4, 5に対する回答結果。(D)の第1, 第2, 第3は、それぞれ第1, 第2, 第3段階の正答者の割合を示している。

表3. アンケート項目6に対する典型的な記述内容例

わかったこと：

- ・高気圧は山のようになっていて、低気圧は谷のようになっていることがわかった。
- ・高気圧から低気圧にかけて風が吹くことがわかった。
- ・水の動き方と空気の動き方が同じになることがわかった。

疑問に思ったこと：

- ・なぜ高気圧と低気圧ができるのか。
- ・気圧がどのようにして天気に関わるのか。
- ・高気圧や低気圧が大量発生していたらどうなるのか。

項目5「今回の授業で高気圧や低気圧について理解することができましたか？」に対し、「理解できた」、「少し理解できた」と回答した生徒は96%であった。一方、「あまり理解できなかった」、「理解できなかった」と回答した生徒は4%であった(図5E)。

項目6は、授業内容等に関する自由記述欄である。生徒らの記述内容は、高気圧・低気圧について「わかったこと」、「疑問に思ったこと」の2つに大別される。それぞれについて、典型的な記述内容の例を表3に示す。

5. 考察**5-1. 生徒の発言およびワークシート記述内容に基づく開発教材の効果**

授業中の生徒の発言内容およびワークシートの記述内容から、生徒の内容理解度について考察する。

授業の導入部分では、生徒の「気圧と風の関係」に関する事前の理解度を調べた。大部分の生徒が明確な理由なく風向きを回答したこと、気圧配置ではなく、前線や季節風、等圧線に注目して理由を述べる生徒が見られたことなどから、大部分の生徒が「気圧と風の関係」に関する知識や考えを有していなかったことがうかがえる。従って、ここで生徒から得られた回答は、予想というより憶測に近い内容であったと考えられる。

3D天気図教材を観察して気付いたことやわかったことについて、多くの生徒は「高気圧は山のようになっていて、低気圧は谷のようになっている」といった気圧のイメージをワークシートに記入していた。また、この気圧のイメージを基に「高気圧から低気圧に向かって風が吹きそうだ」と風向きについて考えている生徒もいた。表現方法は様々であるが、ほとんどの生徒が高気圧・低気圧に注目していた。これらの事実は、教材の組み立てと観察が、気圧と風向きの関係に生徒が気付く契機となったことを示唆している。実際に、まとめの段階では、ほぼ全員が高気圧から低気圧に風が吹くと考えていた。その理由について、表現方法は様々であったが、多くの

生徒が気圧に注目して述べていた。

上記の授業前・後における生徒の変容やワークシート記述内容から、本教材の組み立て・観察を通じて、生徒の多くが「気圧と風の関係」に注目し、高気圧から低気圧に向かって風が吹くということを、イメージを持って理解するようになったと考えられる。

5-2. アンケート調査結果に基づく開発教材の効果

授業後アンケート結果を基に、本教材を用いた授業の教育効果について考察する。

項目1において90%以上の生徒が本授業に対し肯定的回答をした(図5A)ことから、3D天気図教材が授業の動機づけの面で有効であったと考えられる。生徒らが自ら3D天気図を完成させた時には歓声が上がり、完成した教材を熱心に観察する姿が見られたことなども、生徒らが全体的に楽しんで学習できていたと考えられる。授業時間50分間のうち、約半分を生徒主体の活動時間に割り当てた(24分間)ことが効果的であったのかもしれない。

項目2に対し、大部分の生徒(90%以上)が肯定的回答をしている(図5B)ことから、3D天気図教材は高気圧・低気圧をイメージする上で有用であると考えられる。

項目3において、大部分の生徒が正答した(図5C)ことから、「3D天気図教材は各地点での空気の層を可視化している」という、本教材を用いて天気図から情報を読み取るための前提となる情報を生徒が理解していたことがうかがえる。また、今回の高気圧・低気圧についての学習が、中学校1年生時における大気圧や気圧の学習内容と繋がったことも示唆される。

項目4においては、ほとんどの生徒は第1段階を正答することができていた(図5D)。このことから、「高気圧から低気圧に向かって風が吹くことを理解する」という授業の目標については、ほとんどの生徒が達成することができたといえよう。本教材を用いた授業が、生徒

の気圧と風の関係の理解の助けになったと考えられる。一方、第2段階、第3段階まで到達できた生徒は半分以下であった(図5D)。第2段階に関しては、水槽(図3)の実験で解説したが、水の移動のイメージを大気の移動に置き換えて考えることが、多くの生徒にとって困難であったようである。また、第3段階に関しては、今回は高気圧から低気圧に向かって吹く風に注目して授業を行ったが、高気圧のみや低気圧のみでの周辺に吹く風については取り扱わなかったため、正答率が低くなった可能性がある。

その他、項目4の第2段階、第3段階到達人数の少なさの原因として、各クラス1コマのみという実践時間の不足が挙げられる。今回は項目4で問うている範囲のすべてを授業で解説することはできなかったが、「天気とその変化」の単元全体を通じ継続して本教材を用いることで、項目4の課題の改善が期待される。この点については今後検討する必要がある。

項目5は、高気圧・低気圧に関する理解度の自己評価であるが、大部分の生徒が「理解できた・少し理解できた」と回答している(図5E)ことから、本教材を用いた今回の授業内容は多くの生徒にとって理解しやすいと感じられる内容であったといえよう。

表3(項目6に対する回答)の「わかったこと」の記述内容から、3D天気図教材および水槽演示実験が、気圧に関するイメージを生徒にもたせる上で効果を有したと考えられる。また、表3の「疑問に思ったこと」の記述内容は、本実践が生徒の気圧に関する興味を引き出したことを示唆しており、今後の学習への動機づけとなった可能性がある。

5-3. 開発教材の今後の発展と展開の可能性

授業実践では、3D天気図教材を主に「気圧と風」の学習のための教材として用いた。本教材が有する発展性として、複数の異なる3D天気図教材を用いた授業が考えられる。その一つが、「風力」の学習である。地形図

上の等高線の間隔から地形の傾斜の緩・急を読み取ることと同様に、等圧線の間隔から風力の大・小を読み取るという内容である。図6に、平常時と台風到来時の3D天気図教材を示す。両者を比較すると、低気圧に比べ、台風の方が明らかに等圧線の間隔が狭く、凹みが大きいことがわかる。このように、明らかに風力の異なる複数の天気図を用いて3D天気図教材を作成・比較することにより、気圧と風向に加え、風力の学習にも用いることができる可能性がある。実際、B校の実践では、本教材を使用することで、生徒の「等圧線と風の強さ」の理解に効果があることが予察的に示された。「天気とその変化」の単元授業を終えて実施した理解度調査テストにおいて、本教材を用いて学習したクラスの「等圧線と風の強さ」に関する問いの正答率が、本教材を用いなかったクラスの正答率よりも明らかに高かったためである。さらに、各季節の3D天気図教材を作成・比較することにより、季節ごとの気圧配置の違いを読み取る学習にも適用可能であろう。

6. まとめ

中学校理科気象分野の「気圧」について視覚的に学習可能な「3D天気図教材」を開発し、その教育効果について調査した。福井県内の中学2年生を対象として授業を行い、アンケート調査を実施した結果、本教材は動機づけと内容理解の両方に対して一定の効果を有する可能性が示された。著者らが行った授業は1コマ限定であったが、「天気とその変化」の単元全体を通じて本教材を使用することにより、さらなる教育効果が得られる可能性がある。このことについては、今後の課題である。

謝辞

本研究を進めるにあたり、福井市和田小学校の菅原英淑教諭、福井県立高志高校の松山明人教諭、鯖江市中央中学校の葛野剛司教諭、福井県立芦原青年の家の平田幸憲教諭、福井市森田中学校の南部隆幸教諭、越前市武生



図6. 平常時と台風到来時の3D天気図教材。

第三中学校の岩本純一教諭，坂井市立高椋小学校の鈴木利佳教諭，越前市花筐小学校の竹澤秀之教諭，越前市北新庄小学校の近藤雅樹教諭には，授業実践の貴重な機会を与えていただいた。福井大学教育学部の栗原一嘉教授，山田吉英准教授，小林和雄准教授，山本博文教授には，終始激励を賜った。ここに記して深く感謝の意を表す。

引用文献

青野宏美（2002）：地学教育における探求活動としての3D図，地学教育，55（5），219-223。
月僧秀弥（2016）：組み立て型教材を使ったものづくり体験，理科の教育，65，28-30。
堀真季子，早川由紀夫（2005）：弁当パック立体模型を使った授業実践，群馬大学教育実践研究，22，57-66。
小松麻美，堀江祐圭，朝野裕一，郡伸子，村上恵，佐藤

祐介（2007）：気象教育教材の開発と実践～立体天気図を用いた実験教室～，日本気象学会2007年度秋季大会講演予稿集，354p。
間處耕吉，林武広，田中庸介，三島安城（2012）：冬季日本海上で発生する雲の簡易モデル実験，地学教育，65（4），166-167。
松村浩一（2002）：弁当パックで立体模型，青少年のための科学の祭典2002全国大会実験解説集，140p。
文部科学省（2008）：中学校学習指導要領解説理科編，大日本図書，16-60。
文部科学省国立教育政策研究所（2015）：H27全国学力・学習状況調査報告書，10-11。
岡村定矩，藤嶋昭（2013）：新しい科学1年，東京書籍，178p。
岡村定矩，藤嶋昭（2013）：新しい科学2年，東京書籍，198p。

Development of the three dimensional weather chart model and educational practice in the science classes in lower secondary schools.

Takumi MOTOYA, Hideya GESSO, Hiroshi SAIGYO, Takuya MATUMOTO, Masaya MIYOSHI

Keywords : Weather chart, Development of teaching material, Geoscience education, Science class in lower secondary school, Atmospheric pressure and direction of wind