

令和元年6月18日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K04768

研究課題名(和文)身近な空の観察をもとにした気象学習教材の開発

研究課題名(英文) Development of weather-learning materials based on close observation of the sky

研究代表者

吉富 健一 (Yoshidomi, Kenichi)

広島大学・教育学研究科・准教授

研究者番号：00437576

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：広島大学教育学部C棟屋上に設置したカメラを利用して、キャンパスの北側の空を対象として、雲の種類や移動する方向の変化についてタイムラプス機能を用いて記録を行うシステムの開発を行った。また、なぜそのような雲が発生し、なぜそのような動きをするのか、考えることができるよう、天気図と気象衛星の赤外画像とを重ね合わせて表示するシステムの開発を行った。これらを用いて、授業実践を大学において行ったところ、天気図と衛星画像を重ね合わせたものと、実際に観測した空模様の変化とを対比することで、気圧配置と雲の動きの変化や、低気圧が近づいてくる際の雲の高さと種類の変化についてより理解が深まったと考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

従来の気象学習の問題点は、天気の変化は所在地の緯度・経度や標高による地域差が大きいかかわらず、教科書の典型的な例示に頼らざるをえないことにあった。また、気象の学習には、学習指導要領において自ら観測を行い、気温や湿度などの変化が、天気の変化と密接に結びついていることを学ぶ必要性が問われているが、実際問題として、限られた時間、および教室や校舎周辺など限られた場所での観測からは、天気の変化に関して有効な法則性を見つけることは難しい。本システムの重要なポイントは、ただひたすら天気の変化を記録し続けることで、気象の学習に適した年に数回のチャンスを記録として残し、教材として活用することである。

研究成果の概要(英文)：Using a camera installed in the education faculty of Hiroshima University, a system was developed to record the change of cloud type and moving direction in the sky on the north side of the campus using a time lapse function. In addition, the system which displays the weather map and infrared image of meteorological satellite overlapped was developed.

研究分野：地学教育

キーワード：地学教育 気象学習 雲 タイムラプス 気圧配置 天気の変化 天気図

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

毎年のように様々な自然災害が発生し、地球規模での環境の変化に対する理解が求められているいま、安全・安心な生活を送るためには、天気の変化と雨が降る仕組みを理解することが重要である。小学校からはじまる気象分野の学習は、それらを理解するための基礎にもつながる内容となっている。そもそも気象の学習分野は、人々の日常生活に密接に関連しており、傘を持って行くべきか行かざるべきかだけではなく、野球の試合中継や、週末の行楽予定、今日どんな服を着ていくかまでも、すべては天気の変化に左右されているという、日常生活に最も身近な分野の学習でありながら、様々な理由により、生徒が身近なものとして実感を伴った理解を得るには十分とはいえない現状にある。

これは気象現象が再現性のない現象であるとともに、

- ・気温や気圧などの気象要素の変化が目に見えないこと
- ・容易にモデル化して実験や再現ができないこと
- ・地域差が大きく、地形に応じて気象条件が大きく異なる
- ・教科書に掲載されているのは、過去の典型的な例示のみ

などの理由により、生徒が身近なものとして実感を得るには十分とはいえず、さらには授業として内容を説明しにくいことなどが原因として挙げられる。

また近年では

- ・学校の百葉箱は老朽化による撤去が進みつつある
- ・教室や授業時間内などの限られた場所と観測時間では、変化の範囲が限定される
- ・小中学校において、気象や環境の深い知識を持った教師の不足

など、気象を学習するための環境は悪化の一途をたどっており、理科教育系の雑誌に気象学習に関する論文が少ないのもこの現状と決して無関係では無い。このような状況の中で、専門的な知識を持たない教師でも、子供たちに体験的な理解を促すことができる学習教材の必要性がますます高まることが想定される。

2. 研究の目的

気象を学習する上で、生徒は教科書をもとに大気の熱収支や運動、水蒸気が凝結する仕組みや気圧の変化など、目に見えない現象で天気が左右されていることを学ぶ。ただ、そこからいきなり日本の四季を彩る気圧配置の説明へと学習内容が変化することで、いきなり時間や空間の概念が必要となり、先に述べた既習事項との関連性を捉えることが難しくなるとともに、身近な現象として感じたり捉えたりすることが難しくなる。

気象分野の学習で生徒が最も身近に感じるのは天気の変化であり、天気の変化をもたらす雲の変化に注目すべきである。ところが週に1~2時間程度の授業時間中に、観察に適した天候や雲が発生する可能性はかなり低い。季節や気圧配置の変化によって異なる雲の種類と天気の変化を学習するためには、生徒が学習する教室の窓から見える空について、24時間365日の空模様を観測し続け、そこから典型例を、記録・保存することが望まれる。さらに、その時の気圧配置や衛星画像等のような気象条件とあわせることで、時間軸に沿って変化として捉えることができるよう、整理して表現するための視覚化方法および技術的課題の解決を行う。

3. 研究の方法

本研究では、気象というものが天気予報に使われるデータのように非日常的なものから、黒い雲が出てきたから雨が降りそう、という日常でかつ身近な現象と一連のものであることを理解させることを第一の目的としている。また、天気や気温の変化など、現在の気象条件がどの

図1 時間ごとの空模様の変化

今日の雲の動き

昨日の雲の動きを見る



ような状況で発生しているのかを生徒が自ら考え、合理的な判断を下せる活動を行うことができるようになることを第二の目的としている。そのような学習活動を行う際に、当日を含め過去数週間の空模様と気象条件の変化に関する情報を、生徒が自分で検索して調べることができるよう、Webをベースとした“気象学習支援システム”の開発を行う。開発した教材を利用することで、気温や湿度、気圧など人間が目で見ることのできない気象要素の変化を知り、学習者自身が観測した天気の変化と重ね合わせることで“気象”というものを体験的に理解できるようになることで、暗記だけでは対応できない“考える学習”の重要性を指摘し、学習者の自然への興味関心をかきたてることができることに意義がある。

4. 研究成果

おもに中学校の第二学年において生徒が気象分野の学習を行うための、身近な空の観察をもとにした気象学習教材の開発を行った。

- (1) 雲の変化を観察できるようにするため、広島大学教育学部屋上に設置した Web カメラを利用して、キャンパスの北側の空を対象として、一年を通して発生した雲の種類や移動する方向の変化についてタイムラプス機能を用いて記録を行う“記録システム”の開発を行った。これら、記録された空模様の画像を1日分のダイジェストとして表示したり、雲の動きをタイムラプス動画として表示したりする“公開システム”の作成をあわせて行った(図1)。実際の空模様と、次に示す気圧配置や気象衛星の画像と比較することで、なぜそのような空模様になったかを考えさせる活動として利用する。

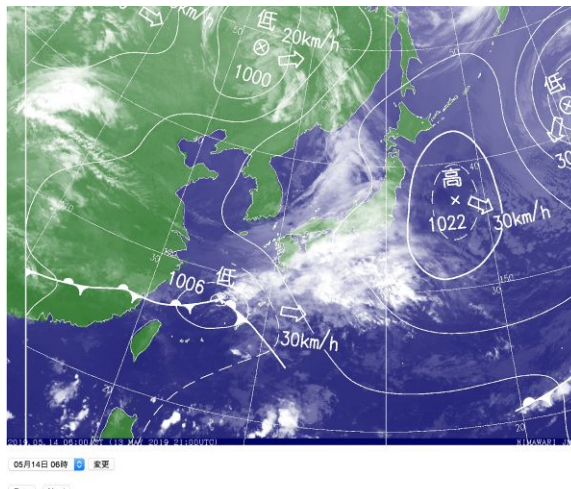


図2 天気図と赤外画像の重ね合わせ

- (2) 空模様の変化について、天気図をもとにした気圧配置と重ね合わせて考察することができるよう、HTML5 と CSS3 の技術を用いて、天気図と気象衛星の赤外画像とを同じサイズできれいに重ね合わせて表示するシステムを開発するとともに、過去にさかのぼって参照できるように工夫を行った(図2)。この雲の変化記録システムと天気図表示システムとを併用することで、どのような気圧配置や気象条件で雲が発生し、どのような方向に移動するのか、雲の種類と動き方の傾向を、日本周辺の気圧配置の変化と対比させて考えることができるようになる。

持ち上げ凝結高度(LCL)の計算

観測結果を入力してください。

気温 °C

湿度 %

計算実行 (ここを押す)

飽和水蒸気圧は hPa
飽和水蒸気圧 $E(t)=6.11 \times 10^4 (7.5 \times \text{気温} / (\text{気温} + 237.3))$

飽和水蒸気量は g/m³
飽和水蒸気量 $a=217 \times \text{飽和水蒸気圧} / (\text{気温} + 273.15)$

相対湿度 % の場合

水蒸気圧は hPa

水蒸気量は g/m³

露点温度は °C

この温度での露点の減率は °C/100m なので

(-) / (0.976 -) × 100 = m

持ち上げ凝結高度 = (気温 - 露点) / (乾燥断熱減率 - 露点の減率) × 100

図3 持ち上げ凝結高度の計算

- (3) 水蒸気を含む空気が上昇した際に、過飽和になって凝結が始まる(雲が形成される)高度は、持ち上げ凝結高度と呼ばれ、もともとの気温と湿度によって異なる。本システムでは下層雲を観察の対象とし、この持ち上げ凝結高度を、地表で観測した気温と湿度を元に計算するページを、JavaScript を用いて作成した(図3)。このページで計算された持ち上げ凝結高度を、観測値の周囲にある山々の標高を参考にして比較する活動や、計算された露点温度と、赤外放射温度計などを用いて雲底温度を観測した数値とを比較する活動などを通して、学習内容と観察した事象の関連付けを可能としている。

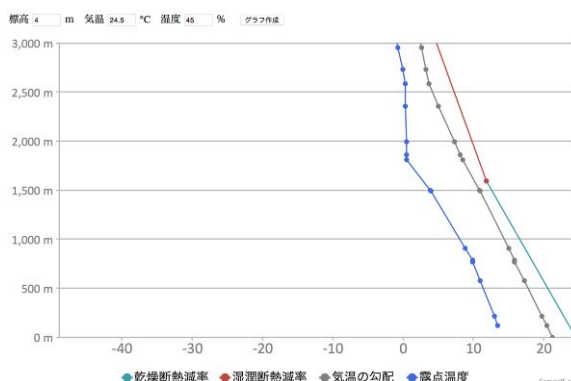


図4 上空の大気の状態を可視化

- (4) 地表における気温と湿度を入力すると、露点温度を自動で計算し、露点温度より低い高度では乾燥断熱減率、それより上空では湿潤断熱減率でグラフを表示するページを作成した(図4)。ここには気象庁が公開している「指定気圧面の観測データ」の気圧や気温、相対湿度をもとに上空 3,000 m までの気温の分布や露点温度の状況を併せて表示することで、なぜ、今日は雲が発生しないのか?あるいは、発生している雲はどれくらいの高さで発生しているのかなど、雲の発生しやすさや、雲底高度に対して周辺の大気の湿数や温度勾配などの気象条件から理解できるように工夫してある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0件)

〔学会発表〕(計 3件)

吉富健一・岩田 真(2018) 高校の課題研究におけるアメダス観測データの活用, 日本地学教育学会茨城大会講演予稿集, 125-126. (日本地学教育学会)

吉富健一(2018) 地学分野における ICT を用いた教材開発と実践例, 日本理科教育学会第68回全国大会発表論文集, 116. (日本理科教育学会)

吉富健一(2016) 風向・風速や衛星画像の重ね合わせによる天気図の学習, 日本地学教育学会徳島大会講演予稿集, 99-100. (日本地学教育学会)

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年:
国内外の別:

取得状況(計 0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年:
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.domi.hiroshima-u.ac.jp/>

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名:

ローマ字氏名:

所属研究機関名:

部局名:

職名:

研究者番号(8桁):

(2)研究協力者

研究協力者氏名:

ローマ字氏名:

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。