

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 6 日現在

機関番号：11201

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23501000

研究課題名(和文)「気象庁数値予報モデル」を用いた中学生による大気環境調査に関する教材開発

研究課題名(英文) Development of the teaching materials on the air environment investigation by the junior high school student using the "Meteorological Agency Numerical Weather Prediction Model"

研究代表者

名越 利幸 (NAGOSHI, Toshiyuki)

岩手大学・教育学部・教授

研究者番号：10527138

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円、(間接経費) 1,230,000円

研究成果の概要(和文)：気象庁の現業で使用される「気象庁数値予報モデル」は気象学の専門家への貸与のケースはあるが、義務教育の子ども達への利用を視野に入れた貸与は、前例がない。そこで、本研究では、簡単に実験の設定ができる入力インターフェースを開発し、中学生による地域の気象環境調査をねらいとした3次元数値実験を教育の現場で試行するシステムの開発を行うことである。また、このシステムを中学校で教育実践し、その結果から、中学生への数値シミュレーションの教育効果を検証することにある。

研究成果の概要(英文)：Although the "Meteorological Agency numerical weather prediction model" used on the work-site operations of the Meteorological Agency has a case of loan to the specialist in meteorology, the loan which put use to the children of compulsory education into the view is unprecedented. Then, it is developing the input interface which can perform a setup of an experiment simply in this research, and developing the system which tries three dimensional numerical simulation with an eye on airborne environment investigation of the area by a junior high school student at the educational spot. Moreover, educational practice of this system is carried out in a junior high school, and it is in verifying the education effect of the numeric simulation from that result to a junior high school student.

研究分野：理科教育学, 気象学

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学, 科学教育

キーワード：局地気象 数値シミュレーション 大気環境教育 予報モデル 気象庁

1. 研究開始当初の背景

本研究に関する国内外の研究動向として、気象に関する3D数値実験ソフトは多々あり、大学レベルの研究目的に使用され、その中に気象庁プログラムも入る。しかし、気象庁で現業に使用している「数値予報プログラム」を、義務教育段階の子ども達に活用しようとした例はない。その理由として、コンピュータの基本OSがワークステーションのOSである「UNIX」である点、アプリケーションの数値実験プログラムも数値計算言語である「FORTRAN」で作製される点などがあげられる。そのため、教育現場で通常使用しているウィンドウズ環境では、この数値計算プログラムを駆動させることは困難であるとこれまで考えられてきた。

2. 研究の目的

本研究では、UNIXの互換OSであるフリーソフトの「LINUX」を用い、そのOS上に気象庁の数値予報モデルを搭載したDVDを作成し、DVDからOSが起動することで、ウィンドウズOSに関係なく数値計算ができる手法を考案する。その結果、学校のコンピュータ室にあるPCにメモリーと外付けハードディスクの増設のみで、数値予報モデルが駆動するように工夫できる。使用後は、再起動することで通常のウィンドウズPCとして動作する。この結果、学校に40台のPCがあれば、CPUの性能により計算に長時間かかるものもあるが、一斉に40通りの異なった数値実験が可能となり、理科教育における数値実験の新たな展開が期待できる。

次に、数値計算言語「FORTRAN」で作成された気象庁予報モデルを駆動させるには、地域の領域の指定、時間差分の指定、初期条件・境界条件・実験条件の設定等、数値計算上必須の条件設定が多々必要

になる。これらは、とても複雑であるので、この条件設定を行う「教育版インターフェース画面」を作成し、中学生でも簡単に、しかも直感的に各種数値実験の条件などが入力できるように、必要かつ十分な工夫を行う。さらに、作成した中学生用DVD版「気象庁数値予報モデル」を、本学教育学部附属中における教育実践により試行することで、モデルの使い勝手を調査・修正を施す。また、3Dで可視化された大気環境要素を生徒がいかに理解したかについて評価した。

(1) 学校パソコン利用のためのDVD版プログラムソースによる数値実験手法の開発

(2) 数値実験条件設定のための教育版インターフェースの作成

(3) 中学生用DVD版「気象庁数値予報モデル」による「地域の気象環境」を考えさせる教材開発

3. 研究の方法

(1) モデルの環境場の追加観測を実施すると同時に、学校教育の現場で使用できるように32ビット版リナックスOSに、気象庁数値予報モデルのアプリケーションを搭載したDVDを作成し、1枚のDVDから起動するようなシステムを開発した。このことで、DVDのコピーと言う簡単な方法で複数台の数値実験に対応が可能となる。また、既存の学校PCでテストランをするためには、計算領域の拡大のためのメモリー増設が必要になる。同時に、データを記録する外付けハードディスクを利用することで、既存のPCの内蔵ハードディスクを書き換える必要がなくなる。結果、実験後作業前のウィンドウズ使用環境に、容易に復元できるように工夫する。

(2) 大気の運動を支配している連立偏微分方程式を解くための初期・境界条件を中

学生でも設定が容易に行えるようなインターフェース（プログラム開発）を作成することで、直感的な条件設定で動作するように工夫した。

（3）海陸風や山谷風，最近の都市化にともなうヒートアイランドやクールアイランドなども対象にし易いと考える。これらをきちんと評価して検討してきた。パイロット校として，岩手大学附属中学校で実施をし，数値計算結果の表現手法（気温，気圧，風の場の3D表現）などを試行，どのような科学リテラシーが身に付いたのか評価し，分析を行った。

4. 研究成果

本研究の結果と意義は，学校現場にDVD版のソフトと簡単なハードの増設により，数値実験手法を開発し，気象の学習における科学実験法の可能性を大きく広げることである。この数値実験法が確立すれば，これまで行われてきた記述的な学問としての気象の学習が，海陸風，ヒートアイランド，山谷風などの局地気象現象を自分達が住む地域の地形を取り込んだ数値計算で，解明することができる。気象の学習が本来の実験科学として位置づけられる。

また，本研究で開発するDVD版プログラムソース(図1)による数値実験手法は，現存する多くの中学校のパソコンで利用可能であるため，全国の中学校への展開が可能である。一方，日本は島国のため，山岳

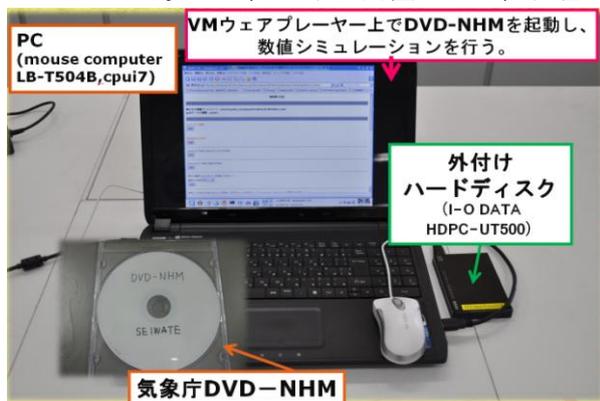


図1. DVD-NHM システム装置一式

か海岸線は全国どの地域にも必ず存在する。そのため海陸風や山谷風と言う局地気象現象が必ず対象になる。その規則性，3D環境，時間変化の様子などを，数値実験により大気の流れを可視化して観察すること（図3）で，生徒にその現象のイメージ化を容易にすると言う教育効果が期待できる。



図2. 研究授業による実践の様子

また，生徒が行った実際の予報シートを図4に示す。これらから，数値予報結果をき

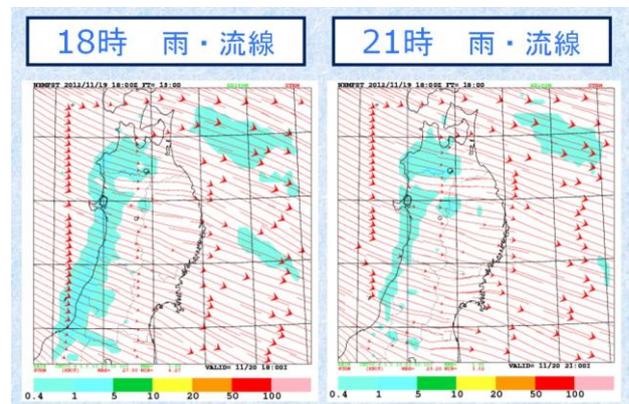


図3. 可視化された予報結果の例

ちんと考察し，各班の議論の結果をまとめて予報している様子が見られる。

一方，理科教育学から考察すると，生徒達にとって，3D数値実験による居住地の環境調査により，どのような科学リテラシーが身に付いたのか評価する。その手法として，観測の事前・事後にアンケート調査を実施し，CS分析など各種統計手法によって身に付いたものが何であるかを検討した。その結果の一部が，図5である。

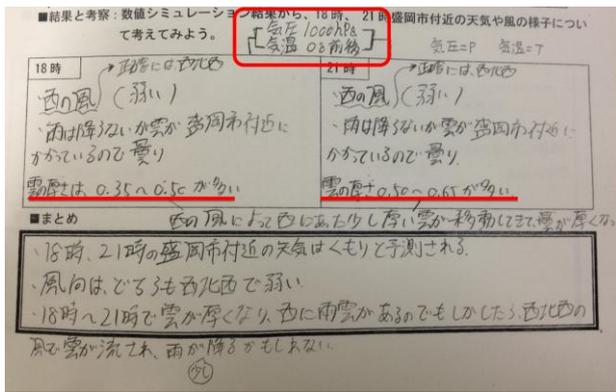


図4. 生徒の考察例

アンケート結果 (n=37)

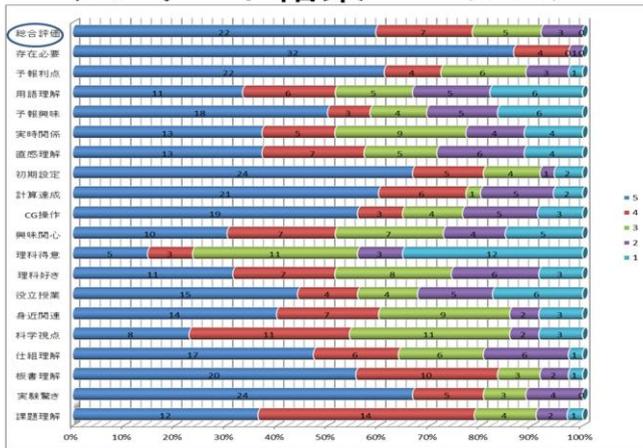


図5. 事後アンケート結果. 5がもっとも良い, 1がもっとも悪い, 3が中間としたときの頻度分布.

各項目は、簡略化してあるが、一番上部が今回の授業の満足度を示す。80%以上の生徒が満足していることがわかる。一方、理科が得意でないこともわかる。データ分析の結果から、「気象庁の存在意義」が高まったこと、「数値実験そのものをやり遂げたこと」などが読み取れる。

以上の成果をまとめると、DVD-NHMの教育実践は、中学理科で十分可能であることが考察される。この様な数値実験が中学校の現場で実施されることで、大気環境教育へのさらなる関心が高まると考える。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計1件)

①名越利幸他 14名, 地域気象観測ネットワー

ク「学校气象台」の構築と学校・市民への普及に関する研究, 岩手大学教育学部教育実践研究論文集, 2014, 40-45. 査読有り

〔学会発表〕(計9件)

①名越利幸, 「弘川あらし」の霧のシミュレーション-名大雲解像モデルDVD-CReSSを用いた試み-, 2013年11月19日, 日本気象学会秋季大会, 仙台国際センター(宮城県) 査読有り

②橋本奈々, 齋藤菜, 名越利幸, 盛岡市ヒートアイランド現象における地表面温度と気温の相関に関する研究, 2013年11月9日, 日本科学教育学会北海道・東北支部会, 岩手大学(岩手県)

③橋本奈々, 齋藤菜, 名越利幸, 自動車による移動気象観測を用いた「盛岡市のヒートアイランド現象」, 2013年11月9日, 日本理科教育学会東北支部会, 岩手大学(岩手県)

④西山絢美, 館脇壮, 名越利幸, 気象庁DVD-NHMを用いた北岩手波状雲の数値シミュレーション, 2013年11月9日, 日本科学教育学会北海道・東北支部会, 岩手大学(岩手県)

⑤齋藤菜, 橋本奈々, 名越利幸, 雲解像モデルCReSSを用いた北岩手波状雲の数値シミュレーション, 2013年11月9日, 日本科学教育学会北海道・東北支部会, 岩手大学(岩手県)

⑥齋藤菜, 橋本奈々, 名越利幸, 雲解像モデルCReSSによる愛媛県大洲市の「弘川あらし」の数値シミュレーション, 2013年11月9日, 日本理科教育学会東北支部会, 岩手大学(岩手県)

⑦館脇壮, 西山絢美, 名越利幸, 晴雨計の気温・気圧による水位の変化に関する研究, 2013年11月9日, 日本科学教育学会北海道・東北支部会, 岩手大学(岩手県)

⑧名越利幸, 山本桃子, 齋藤菜, 八幡和典, 気象庁「DVD-NHM」を利用した数値予報に関する中学校理科での授業実践, 2013年8月15日, 日本地学教育学会全国大会, 大阪教育大学(大阪府) 査読有り

⑨名越利幸, 気象庁DVD-NHMを用いた中学校理科での数値予報の試み-岩手大学教育学部附属中学校での授業実践研究を通して-, 2013年5月15日, 日本気象学会春季大会, 国立オリンピックセンター(東京都). 査読有り

6. 研究組織

(1)研究代表者

名越 利幸 (NAGOSHI, Toshiyuki)

岩手大学・教育学部・教授

研究者番号: 10527138

(2)連携研究者

井上 祥史 (INOUE, Shoshi)

岩手大学・教育学部・教授

研究者番号: 00211061