

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 2 日現在

機関番号：11201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350181

研究課題名(和文) 中学校理科における「気象庁数値予報モデル」を用いた大気環境調査のための新教材開発

研究課題名(英文) A development of teaching material for the atmosphere environmental research using the "Meteorological Agency numerical prediction model" in junior high school science

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) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：学校現場で使用するUSBメモリー版のソフトを開発した。その名称を「Web-CReSS for Science Education」とし、簡単なハードの増設により、数値実験を行うプログラムを開発し、一つのUSBメモリーに納めた。気象の学習における科学実験法の可能性が大きく広がった。この数値実験プログラムは、台風、低気圧、積乱雲を自分達が住む地域で地形を取り込んで実行でき、海水面温度を上下することで、台風が衰弱するのか、発達するのかを数値計算で解明することができる。結果、気象の学習が本来の実験科学として位置づけられた。

研究成果の概要(英文)：We have developed software of the USB memory edition used at school. It's name was made "Web-CReSS for Education". We developed the program which makes a numerical value experiment and paid one USB memory. As a result, a possibility of the scientific experiment technique in the learning of weather spread big. This numerical experimental program takes the topography of the area where one lives in, and can carry out a typhoon, an extratropical cyclone and a thundercloud. It's possible to elucidate seawater front temperature by doing the top and the bottom and it's possible to elucidate that a typhoon weakens or that it develops by numerical calculation. Learning of meteorological education was placed by these as original experimental science.

研究分野：理科教育、気象学

キーワード：数値実験 数値予報 大気環境教育 防災教育 台風 海陸風 気象庁NHM統合環境 Web-CReSS for Education

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Windows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。

そこで、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、WindowsOS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WindowsPC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。

2. 研究の目的

(1) 学校パソコン利用のための教育版インターフェースの開発・バージョンアップ

気象庁貸与のアプリケーションを搭載し、学校教育で通常使用されているPCにより動作可能なUSBメモリー版「気象庁数値予報モデル」のプログラムソースを開発する。さらに、中学生でも容易に操作できる

ように、プルダウンメニューや地図表示方式など、生徒が直感的に各種条件の設定のできる教育版インターフェースを新たに開発する。

(2) 中学生用「数値実験教材システム」における数値解法の脱ブラック・ボックス化

移流方程式などの偏微分方程式の解法をニュートン法により四則演算に帰着させ、それらを手計算で解く教材を開発した。そのことで、単純な外挿ではなく、周りの環境条件を反映した数値解であることに気づかせる。さらに、計算機の必要性や数値予報の意義を理解するための新教材の開発・試行を実践し、その教育効果を検証する。

(3) 気象現象を再現できる標準モデルの教材システムの開発・改良

気象現象の標準モデルとして、申請者が現象の構造を解明してきた愛媛県長浜町の霧を伴う大規模陸風「肱川あらし」(名越, 2009)の教材システムを開発する。それらを本学附属中で試行し、その教育効果を評価し、改良する。さらに、公立中学校で実践し、その教育効果を検証する。

3. 研究の方法

(1) 授業実践用教材の開発

PC(mouse computer LB-T504B, Intel-i7, 内蔵メモリー8GB), プログラム及び出力結果保存用外付けUSBメモリーステック(32GB)を準備する。MS-Windows上でLINUXの仮想マシンを実行するための環境を構築するフリーのVMwareプレーヤを用いる。





図1. 使用機材 (PC, 外付け USB メモリー) と授業の様子

理科室の班構成に合わせ、教材セットを用意した。また、プロジェクターで操作手順を示すとともに、個人に学習プリントを用意した。

(2) 授業計画と研究授業

数値実験による「台風」の減衰・発達をねらいとして中学校の通常授業 2 時間 (2 日で 2 コマ) で実践可能な授業計画を立てた。その理由は、計算実行実時間に 6 時間を要した為である。

①実験の設定

入力インターフェース画面で、格子間隔、スタート時間、計算時間、環境条件を設定後、自動で格子数とタイムステップを求め、実行し始める。

②盛岡市立U中学校での研究授業

学習指導要領に沿った「天気学習」が終了した生徒 4 クラス (約 160 名) に対して授業実践を実施した。授業者は本学の大学院生、授業の前後に、プレ・ポストテスト、事後に感想を含めたアンケート調査を実施

実際に起きた太平洋上の台風 (2015年7月16日21:00)

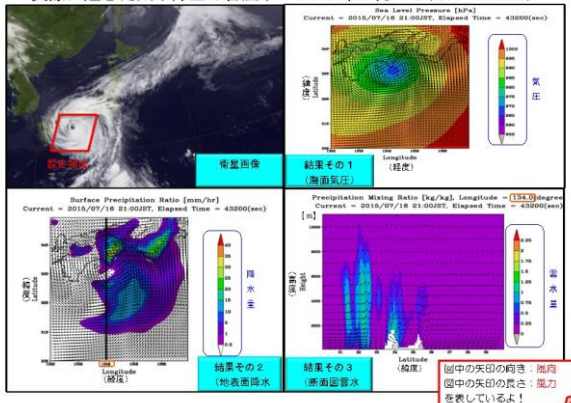


図2. 計算領域と生徒に示す水平面図及び鉛直断面図

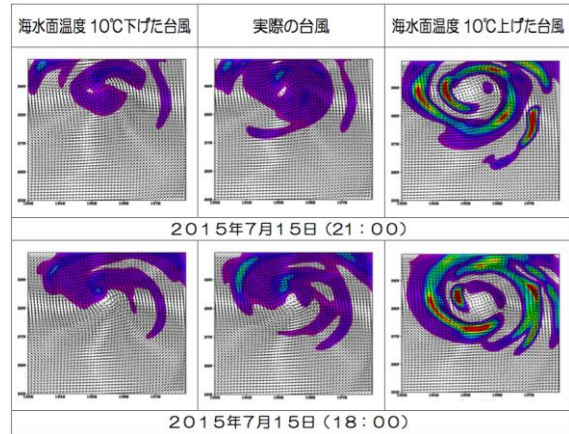


図3. 実験結果 (海水面温度 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ の地表面降水量)

した。

③プレ・ポストテストの検定

危険率 5% (信頼度 95%) で、t 検定を行った。全クラスで授業前後で、有意差有りであった。教材の有効性が検証された。

4. 研究成果

アンケート調査の結果は、15 項目の設問に対する選択回答形式、自由記述による感想を取った。CS 及び KHCoder による分析の結果、数値実験を用いて、仮想的な条件下における台風の変化について考察することで、生徒たちは台風が発達・衰退するメカニズムについて考察することができた。

物理や化学の実験同様、条件を制御することで、その数値実験から、台風の特徴を定量的に議論することができた。今後は、防災や減災、環境教育への発展が期待される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 (計 2 件)

①名越利幸, 高室敬, 尾崎尚子, 野田賢, 那須川徳博, 中西貴裕, 2016, 「学校気象台」データを利用した小学校 5 年「台風」の教材開発 - 岩手大学教育学部附属小学校での実践を通して -, 岩手大学教育学部教育実践研究論文集, 3 巻, 1~6 頁。

②名越利幸, 那須川徳博, 中西貴裕, 2017, 「学校气象台」利用を視野に入れた自立式自動気象観測システムと超音波積雪深計による積雪深表示システムの開発ーソーラーパネルと無線 LAN を用いたシステム開発と実践ー, 岩手大学教育学部教育実践研究論文集, 4 巻, 97~101 頁。

〔学会発表〕(計 32 件) うち招待講演 3 件

○招待講演 (3 件)

①名越利幸, 新局地風発見”北岩手波状雲”と”肱川あらし”, 日本気象学会招待講演, 2014, 5, 24, 横浜市開港記念会館。

②名越利幸, 岩手大学「学校气象台」報告, 文部科学省科研費新学術領域気候系の hot spot 招待講演, 2015, 1, 10, 東北大学片平桜ホール。

③名越利幸, 岩手県における風の災害と防風林, 日本気象学会東北支部気象講演会招待講演, 2016, 11, 19, 岩手大学北杜ホール。

○学会発表 (代表 7 件/29 件)

①藤原優・名越利幸, 中学校理科気象領域において数値実験ソフトを教材化する試み, 日本理科教育学会東北支部会, 2014, 秋田大学。

②藤原優・名越利幸, 気象庁「NHM 統合環境」による数値実験の試み, 日本科学教育学会北海道・東北支部会, 2014, 山形大学。

③藤原優・名越利幸, 中学生による「NHM 統合環境」を用いた気象数値実験の教育効果, 日本気象学会春季大会, 2015, 筑波国際センター。

④名越利幸・山本桃子, 藤原優, 中学生に「数値計算モデル」による天気予報は可能かー気象庁数値予報モデル DVD-NHM を用いた授業ー, 日本科学教育学会, 2015, 山形大学。

⑤藤原優・名越利幸, 中学生による

「Web-CReSS for Education」を用いた気象数値実験の試み, 日本理科教育学会東北支部会, 2015, 福島大学。

⑥名越利幸・藤原優, 加藤雅也・吉岡真由美・坪木和久, 中学生版気象数値実験教材「Web-CReSS for Education」の開発ー「台風」の数値実験に関する公立中での実践を通してー, 日本気象学会春季大会, 2016, 国立代々木オリンピックセンター。

⑦黒坂優・藤原優・名越利幸, 中学校理科における「気象数値実験モデル (CReSS for Education)」の教材化ーWeb-CReSS for Educationー, 日本科学教育学会第 3 回研究会, 2016, 秋田大学。

〔図書〕(計 1 件)

DVD 付これでキミも”あらし”予報士ーGreat Nature Story 肱川 (ひじかわ) あらしー, 名越利幸編集著, 愛媛県大洲市商工観光課, 2015, 96 頁。

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)
北海道教育大学・生活創造教育専攻・総合技術教育分野・特任教授
研究者番号: 00211061