

成果報告書

科学教育用気象シミュレーター「クレス」の教育実践と市民への普及・啓発に関する研究

名越利幸（国立大学法人岩手大学）

1. 研究開始当初の背景

昨今、地球温暖化問題をはじめとして気象現象が極端化したと言われる。平成30年度の西日本豪雨による災害、令和元年台風19号による記録的な豪雨や最大瞬間風速60m毎秒を超える暴風など、災害に直結するような気象現象が多く出現している。今、国民の大気環境に対する関心は高まっている。例えば、台風の右半円では暴風に対する備えを、左半円では豪雨に対する備えをすることを身につけてほしい。現状では気象の教育は義務教育段階の中学校理科で終了する。したがって、中学校の気象教育では、気象現象の知識的な学びとともに、防災教育も包含した教材の開発が喫緊の課題である。

2. 研究の目的

気象学の研究手法においては、理論、観測、流体実験、数値実験が大きな柱である。しかし、教育の現場では気象現象そのものの再現性がないために、理論と観測が中心となり、記述的な学問と考えられがちであった。世界を見渡しても教育の現場で、過去に数値実験で気象現象を再現した例はない。最近のPCは、十数年前のスパコン並みのCPUを搭載しており、気象庁等の数値モデルを駆動させるに十分な性能を持っている。この進化したCPU技術・AI技術を3D数値実験用に活用し、学校教育における科学実験の高度化を図ることが本研究の目的である。一方、理科教育の観点から「教育現場での気象数値実験は困難である」という固定観念を数値計算プログラムソースの改良や教育用AI入力インターフェースの開発により打破し、様々な大気環境や気象災害を中学生が数値実験を行い、調査・解明しようと、全く新たな発想による試みを行った。

3. 研究の方法

課題①：高速CPU性能を持つパソコンやスーパーコンピュータを用い、SDメモリー版プログラムソースによる学校PCで利用可能な数値実験手法の開発を行った。結果として新しい「科学教育用入力インターフェース」が完成した。

課題②：初期の気象数値予報実験の歴史「リチャードソンの夢」に立ち返り、偏微分方程式の

解を求めるために、ニュートン法により四則演算に帰着する手法を開発・改良、生徒が手計算（電卓使用）で解を求めグラフ化する教材を開発した。自然現象の「シミュレーション教材」の意義をより明確にし、ブラックボックス化から脱却する理科教材システムを考案した。課題①と並行して取り組んできた。さらに、最終年度には、課題①②で開発した「数値実験教材システム」を、岩手大学教

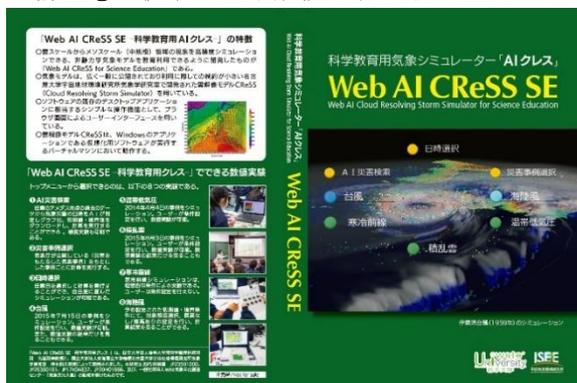


図1. AIクレスパッケージ表・裏表紙

育学部附属中学校において授業実践を行い改良・進化させ、その教育的意義及び改良点を検討した。さらに、その実践結果を受け修正、教材パッケージを完成。

課題③：完成版実験教材システム—科学教育用気象シミュレーター「AI クレス」— (図1) のパッケージ化 (印刷・梱包) を実施した。さらに、HP を通しての広報、及びその希望者への配布を図り、国内への普及を目指したい。

4. 研究成果

本研究課題の成果について、国際的に、数値実験が進んでいるワシントンの米国気象学会気象教育セクション、ドイツベルリンの欧州気象学会への訪問調査で、まだ、このような取り組みがないことを知った。科学教育用気象シミュレーター「AI クレス」と命名した。本研究の成果である数値実験ソフトは、世界初の開発となる。

その特徴を以下に述べる。

旧版にあたる「クレス」では、一つの気象事例に関して、リアルシミュレーションや標高を削ったり、陸地を海に変えたりなどして、仮想実験 (気象学では感度実験という) が可能であった (図2)。「AI クレス」は、科学教育利用に加え、気象災害対策用に大きくバージョンアップした。大きな改訂点は、地域のアメダスデータを用いた「AI 災害検索」、気象災害の発生した日時を指定しての気象シミュレーションなど気象や防災の専門家仕様にしたことである。今回、3つのボタンを増設した。中学生向け (災害事例選択)、気象予報士・同キャスター向け (AI 災害選択)、学生・院生と若手研究者向け (日時選択) の各ボタンである。

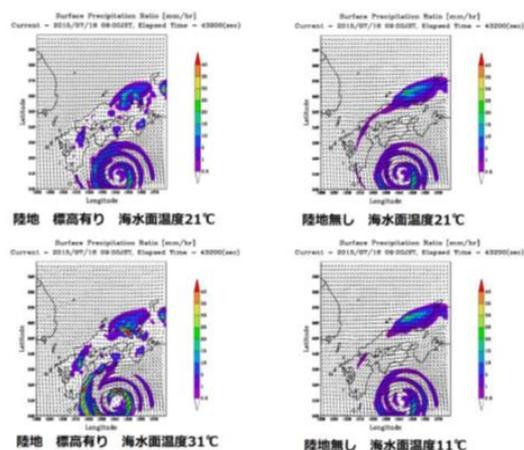


図2. 感度実験の結果 (海水温、陸地有無)

○災害事例選択では、気象庁のHPの災害をもたらした気象事例、発生したと思われる一連の日の中にちの中から指定日を決め数値シミュレーションと感度実験ができる。

○AI 災害検索では、アメダスの地点データを決めるとAIが主成分分析をし、2つの気象要素を

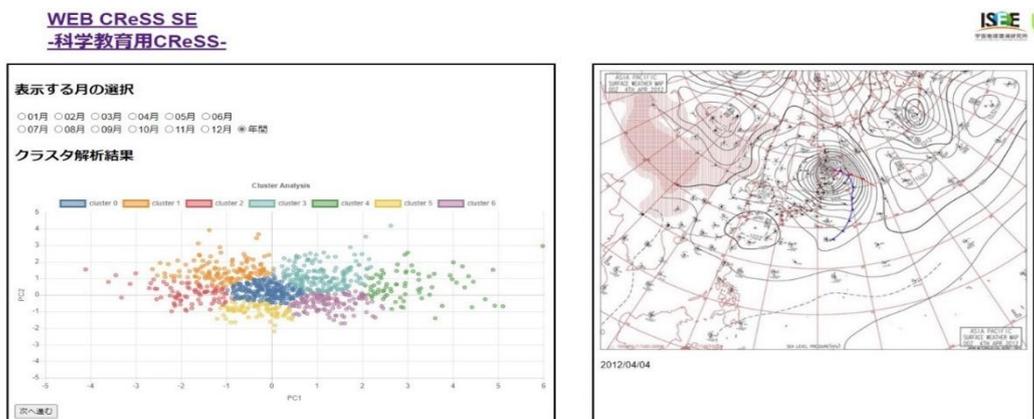


図3. クラスター解析結果と外れた点 (日) の天気図

抽出する。さらにクラスター分析をして、日にちのグルーピング (2~7) を返します。気象災害が発生したと思われる大きく外れた点 (日) を叩くと、その日の天気図が現れ、数値実験・感度実験などが可能です (図3)。

○日時選択では、気象災害が起きた日にちが特定されている場合、日にちを指定して数値シミュレーションと感度実験ができる。その日の天気図 (出典: デジタル台風より) も、ソフト内に収録され閲覧できる。前作より実験設定の自由度が大幅に向上した。

尚、本ソフトには、日々の天気図や各地点のアメダスデータ (気象庁) が収録されている。また、災害事例選択, AI 災害検索, 日時選択では、数値実験設定時, MSM の初期値・境界値データをネットで取得, 実行可能となる。従って、本ソフトによる数値実験が可能な諸条件を満たす期間は、2006年2月16日~2021年6月30日 (約15年間) である。特に、AI 災害検索では、主成分分析で2つの気象要素を抽出, 2つの要素でクラスター分析し, 平面図に返す。従って、「飛び地のポイント」が甚大な気象災害をもたらした日時を示唆する。

数値計算の初期値・境界値は、気象庁の MSM データを京大サーバーからダウンロードしている。学校や会社などの所属内では、本ソフトのコピーが可能である。一度コピー (初回 11 分程) すると、次回からの立ち上がりは 2 分程 (初回 11 分程) で済む。また、GrADS ユーザーの方は、VM ウェア内に、GrADS ファイルとして出力してるので、自分好みに結果を表示することも可能である。さらに、最新のコンパイラーを導入したことで、計算速度も増加した。

最後に、岩手大学教育学部附属中学校第二学年気象領域のまとめとして、教育実践を行い、教育効果を検証した (2023 年 2 月)。設定としては「東北の豪雪による気象災害」が起きた日を選定, 奥羽山脈がもしなかったら、どのような気象状態になるのかを事前に推論及びクラスで討論, その後 10km メッシュで東北エリア全体で数値実験による感度実験を実施し, 予測と正しいかの検証を行いクラスで討論した。また、事後アンケートを実施し, 自由記述も行った。実際には、山脈があるために山の手前の秋田県側で豪雪となるが山脈がないと日本海の筋状雲がただ延長されると生徒たちは予測した。しかし、数値実験の結果は、東北中央部のかなり広い範囲でまだらな領域に弱い降水があるという結果を得、その差異について活発に討論ができた。「ありえない仮想の状態で数値実験ができることに驚いた」など、ポジティブな感想が多く書かれていた。

本研究により、以上述べてきたような成果を得た。今後はこのソフトをいかにして多くの理科教育関係者や気象業務, 防災に携わる方々に普及していくかが大きな課題である。

今後、HP を通して本ソフトを普及させるために、「ソフト申請申し込みフォーマット」を作成, これらに回答することで限定 250 本であるが、郵送費も含め無償で申請者に届ける運びである。

一方、これまでの既存のソフト (台風・温帯低気圧・寒冷前線・積乱雲・海陸風) を利用した**教育実践事例集** (中学校理科での授業実践の折に本研究室卒業生などが作成した参考指導案, 指導資料など) は, 同ホームページ (**名越利幸の気象 Labo: <https://meteo-nagoshi.jimdofree.com>**) に掲載した。

※上記内容を岩手大学からプレス発表した (2023 年 7 月 7 日付)。