

令和 6 年 6 月 14 日現在

機関番号：14403

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K03228

研究課題名（和文）地球温暖化の科学的理解を図る気候変動教育カリキュラムの開発

研究課題名（英文）Development of Climate Change Education Curriculum for Scientific Understanding of Global Warming

研究代表者

吉本 直弘（Yoshimoto, Naohiro）

大阪教育大学・教育学部・教授

研究者番号：10294183

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：地球温暖化について小・中学生の科学的理解を図るため、児童生徒が持つ科学的知識と気候変動の科学を関連付けた小・中学校理科の気候変動教育カリキュラムの開発を行った。理科の各項目で習得する科学的知識と気候変動の科学との論理的な関係を調査した結果、さまざまな項目で関係を見いだすことができた。例えば、大気中の二酸化炭素を植物が吸収することで、大気中の二酸化炭素濃度の季節変動が生じていることと繋がっていることである。このような関係に着目して、理科の学習において気候変動を取り扱う授業案を作成した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

理科のみならず、社会科や総合的な学習の時間などで教科横断的に学習される地球温暖化の影響や適応、緩和の問題は、確かな科学的な根拠に基づいて議論されることが望ましい。それゆえ、小・中学校理科において地球温暖化を科学的に理解するカリキュラムの整備は重要である。さまざまな学年、項目において気候変動の学習機会を創出し、地球温暖化について児童生徒の科学的理解を図る。それによって、地球温暖化問題に関する探究的な学習の充実を図り、持続可能な社会の創り手の育成に寄与する。

研究成果の概要（英文）：In order to promote scientific understanding of global warming among elementary and lower secondary school students, a climate change education curriculum for elementary and lower secondary school science was developed that links the scientific knowledge of students with the science of climate change. As a result of investigating the logical relationship between the scientific knowledge acquired in each item of science and the science of climate change, it was possible to find a relationship in various items. For example, the absorption of carbon dioxide in the atmosphere by plants is linked to seasonal fluctuations in the concentration of carbon dioxide in the atmosphere. Focusing on this relationship, we developed a lesson plan to deal with climate change in science learning.

研究分野：地学教育

キーワード：気候変動 地球温暖化 気候変動教育 小学校理科 中学校理科 カリキュラム

1. 研究開始当初の背景

気候変動教育は、現在および将来の世代が地球温暖化の現状や仕組みを科学的に理解し、地球温暖化問題の解決に向けて行動するための鍵である。しかし、小・中学校では地球温暖化の科学的理解を図る学習は十分に行われていない。また、中学校理科の教科書には、地球温暖化の現状や仕組みの説明に不十分な点や科学的知見と異なる点があった。この問題の背景には、気候変動が複雑系科学であり、その小・中学生向けの解説が容易ではないことがある。

2. 研究の目的

本研究では、地球温暖化について小・中学生の科学的理解を図るため、児童生徒が持つ科学的知識と気候変動の科学を関連付けた小・中学校理科の気候変動教育カリキュラムを開発する。さらに、その実践可能性を検討する。カリキュラムの実践によって、教科横断的に行われる地球温暖化問題に関する探究的な学習の充実を図ることができ、「持続可能な社会の創り手」の育成に寄与すると期待できる。

具体的な目標として以下の3点を設定した。

- 1) 教科書分析により小・中学校理科の気候変動に関する学習が有する課題を明らかにする。
- 2) 小・中学校理科で習得する科学的知識と気候変動の科学の関係を明らかにする。
- 3) 気候変動の科学を小・中学校理科に最適化した気候変動教育カリキュラムを設計する。

3. 研究の方法

(1) 教科書分析により小・中学校理科の気候変動に関する学習が有する課題を考察した。平成29年告示の学習指導要領に基づいて発行されたすべての小・中学校理科の教科書および教師用指導書を対象に内容分析を行った。特に地球温暖化の現状と仕組みに着目して分析を行った。

(2) 小・中学校理科の項目を対象に、各項目で習得する科学的知識と気候変動の科学との論理的な関係を考察した。気候変動の科学は、2021年に公表されたIPCC（気候変動に関する政府間パネル）の第6次評価報告書に記載される最新の科学的知見に基づくこととし、不確実性にも配慮した。

(3) 気候変動の科学を小・中学校理科に最適化した。その上で、小・中学校理科の気候変動に関する学習が有する課題に焦点を当て、気候変動教育カリキュラムの内容と進行を設計した。

4. 研究成果

(1) 小学校学習指導要領(平成29年告示)に基づいて発行されている6社すべての理科第3学年から第6学年までの教科書、計24冊を対象に内容分析を行った。特に地球温暖化の現状と仕組みに着目して分析を行った。その結果、一部の教科書では地球温暖化の現状と仕組みについて約20年前のデータや科学的知見に基づく記載があり、それらの正確な理解を妨げると示唆された。また、小学校理科の項目を対象に、各項目で習得する科学的知識と気候変動の科学との論理的な関係を調査した結果、さまざまな項目で関係を見いだすことができた。例えば、第3学年の「風とゴムの力の働き」の「風の力は、物を動かすことができること」は、風が海水を引きずる力、すなわち風応力によって引き起こされる風成循環と繋がることや、第6学年の「水溶液の性質」の「水溶液には、気体が溶けているものがあること」は、大気中の二酸化炭素が海水に溶け込む海洋への吸収と繋がることを見いだすことができた。

(2) 気候変動の現状に関する記載について令和2年検定済の中学校理科教科書を調べた(表1)。気候変動の現状を大気温暖化、雪氷の量の減少、海面水位の上昇、と気候システムのさまざまな面に着目して記載している教科書がある一方で、大気温暖化のみを記載している教科書があった。前教科書と比較して項目が増加または内容が充実した教科書があった一方、項目が減少した教科書があった。また、「海洋温暖化」と「極端な気象の変化」の記載がすべての教科書でなくなった。使用する教科書によって気候変動の現状に対する生徒の認識にばらつきが生じることが考えられ、中学校理科で気候変動に関して何を学ぶのかについて議論を深めることが

表1 中学校理科教科書における気候変動の現状に関する記載

記載項目	中学校理科第3学年				
	TS	DN	GT	KS	KR
大気温暖化	○	○	○	○	○
大気中の温室効果ガス濃度の増加	○	●	○	○	○
海洋温暖化				●	●
雪氷の量の減少	○				△
海面水位の上昇	△→○		○		
極端な気象の変化				●	

○：文章で記載 △：図のみで記載 無印：記載なし
 黒印：前教科書、現行教科書ともに記載
 青印：前教科書に記載
 赤印：現行教科書に記載

課題である。

中学校理科の項目を対象に、各項目で習得する科学的知識と気候変動の科学との論理的な関係を調査した結果、さまざまな項目で関係を見いだすことができた。例えば、第1分野第3学年の「水溶液とイオン」の「酸・アルカリ」で学習するpHについて、大気中の二酸化炭素を海洋が吸収するとpHが低下する、すなわち海洋酸性化と繋がっていることを見いだすことができた。また、第2分野第2学年の「植物の体のつくりと働き」の「葉・茎・根のつくりと働き」で学習する光合成について、大気中の二酸化炭素を植物が吸収することで、大気中の二酸化炭素濃度の季節変動が生じていることと繋がっていることを見いだすことができた。これらの関係を取り上げ、pHや光合成について理解を深めることを目的とする授業の開発を行い、授業案を作成した。

(3) 中学校における気候変動教育カリキュラムの設計を行った。カリキュラムの設計にあたっては、総合的な学習の時間における単元開発に着目した。気候変動問題は、総合的な学習の時間における多数の探究課題例（例えば、環境、資源エネルギー、食、防災、生命）と関連する。しかし、気候変動問題をテーマとした単元案や実践事例は少ない。この背景には、総合的な学習の時間では教科書や教師用指導書が作成されておらず、カリキュラム開発から取り組む必要があるため、教員の負担感が大きいことが挙げられる。特に教科担任制による指導が行われている中学校では、横断的・総合的な学習の指導に対して不安をもつ教員が多いと推察される。これらの考察を踏まえ、本研究では中学校において気候変動教育の充実を図る教育方略として、総合的な学習の時間について、教員の負担感や不安を軽減し、教員が無理なく実践できる気候変動問題に関する単元を開発することを目的とした。単元計画の作成は、中学校学習指導要領（平成29年告示）解説総合的な学習の時間編に示されている第1の目標を踏まえて、「単元計画作成の手順チャート」を参考に行った。なお、単元計画の作成にあたっては、インストラクショナルデザインにおけるADDIEモデルに基づいて分析、設計および開発を行った。気候変動問題について三つの視点、すなわち「教材の特性」「生徒の関心や疑問」「教師の意図」から単元開発を行うテーマを考察した。その結果、「食」をテーマとして決めた。本研究で作成した単元計画は、気候変動問題の自分ごと化を図る活動を組み込むことで、気候変動教育の目標である変革の担い手としての態度の育成に寄与すると考えられる。また、年間指導計画までをパッケージ化したことで、教員が気候変動教育を実践する際の負担の軽減につながると期待する。

(4) 次期学習指導要領の改訂を見据えて、気候変動時代における小学校理科の気象に関する学習のあり方について考察した。平成元年（1989年）告示の小学校学習指導要領以降、理科の気象に関する学習の内容は、主に「太陽と地面の様子」「自然界の水の様子」「天気の様子」「天気の変化」で構成されており、大きくは変化していない。児童にとって身近な気象が扱われているが、その仕組みの理解は難しく、気象学的な知識を要することや、観察の難しさ、水の状態変化の扱い方が課題である。観察の内容を精選し、気象情報の見方や活用方法に関する学習の充実を図るとともに、身近な気象と気候変動問題や自然の恵み、気象災害とのつながりを児童が考察できる学習の設計が望まれる。

(5) 中学校理科における気象情報の見方や活用方法に関する学習の実践的研究を行った。第2学年「日本の気象」について、気象観測データ等の資料を用いて冬季における日本の天気の特徴と気団の性質や広がりについての事実を見出し、両者を関連付けて理解する学習の授業を開発した。作成した授業案を公立中学校第2学年3クラスの生徒を対象に実践した。その結果、シベリア気団の性質や広がりを資料から見出す学習では、授業記録を取った1クラス（28名）において、86%の生徒が地表気温と地表水蒸気量の分布図からシベリア気団に相当する領域を見出し、シベリア気団の性質である寒冷で乾燥していることを正しく表現することができた。

研究期間全体を通じた研究の成果として、理科における資料を活用した学習の重要性とその学術的知見の乏しさの認識が挙げられる。気候変動教育の推進にあたっては、児童生徒が観察、実験することが困難な事物・現象について、その指導・学習に関する知見の蓄積が望まれる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 吉本直弘, 巻川大和	4. 巻 71
2. 論文標題 冬季における日本の天気の特徴と気団に関する学習の考察 -資料の活用に着目して-	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 大阪教育大学紀要. 総合教育科学	6. 最初と最後の頁 339-348
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.32287/td00032523	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計15件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 吉本直弘
2. 発表標題 気候変動時代に求められる小学校理科の気象に関する学習とは何か
3. 学会等名 日本地学教育学会第77回全国大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小淵裕香, 吉本直弘
2. 発表標題 冬季における日本の天気の特徴と気団に関する学習の授業開発
3. 学会等名 2023年度日本理科教育学会近畿支部大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 吉本直弘
2. 発表標題 中学校理科教科書における気象災害および気候変動に関する内容の現状と課題
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Naohiro Yoshimoto
2. 発表標題 Misconceptions about fundamentals of climate change science among pre-service teachers in Japan
3. 学会等名 The 9th International Conference on Geoscience Education (IX GeoSciEd 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉本直弘
2. 発表標題 地学教育で線状降水帯をどう扱うか
3. 学会等名 日本地学教育学会第76回全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 北野湧斗, 吉本直弘
2. 発表標題 高等学校理科「地学」における線状降水帯に関する学習の内容や方法の考察
3. 学会等名 日本地学教育学会第76回全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 森田真尋, 吉本直弘
2. 発表標題 台風の動きと天気の変化についての児童の記述に関する事例研究 - 小学校理科第5学年「天気の変化」 -
3. 学会等名 日本理科教育学会近畿支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 天野日奈子, 谷口真実子, 林 徹郎, 吉本直弘
2. 発表標題 中学校の総合的な学習の時間における気候変動問題の自分ごと化を図る単元の開発
3. 学会等名 日本理科教育学会中国支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Naohiro Yoshimoto and Kohei Ozaki
2. 発表標題 Analyzing climate change descriptions in secondary science textbooks
3. 学会等名 The 14th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉本直弘
2. 発表標題 理科で気候変動をどう扱うか - 地学教育の立場から -
3. 学会等名 第25回教科「理科」関連学会協議会(CSERS)シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉本直弘
2. 発表標題 小・中学校理科における気候変動教育の現状と課題 - 教科書分析を通して -
3. 学会等名 日本理科教育学会第71回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 増田千紘・中東大星・吉本直弘
2. 発表標題 中学校理科における気候変動教育の充実を図る授業開発
3. 学会等名 第70回日本理科教育学会中国支部大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 巻川大和・吉本直弘
2. 発表標題 冬季における日本の天気の特徴と気団に関する中学校理科教科書の分析
3. 学会等名 日本科学教育学会第44回年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉本直弘・増田深愛
2. 発表標題 寒冷前線通過に伴う気温の変化の仕方とその出現頻度の分析 - 中学校理科第2学年「気象とその変化」に関連して -
3. 学会等名 日本地学教育学会第74回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 巻川大和・吉本直弘
2. 発表標題 冬季における日本の天気の特徴と気団に関する学習の考察 - 資料の活用に注目して -
3. 学会等名 日本理科教育学会近畿支部大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Carvalho, G.S., Afonso, A.S. and Anastacio, Z. (Eds.)	4. 発行年 2022年
2. 出版社 CIEC, University of Minho	5. 総ページ数 1351
3. 書名 Fostering scientific citizenship in an uncertain world (Proceedings of ESERA 2021)	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------