

令和元年6月7日現在

機関番号：12604

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K01011

研究課題名(和文)異なる時代や地域の標本とシミュレーションを複合させた国際河川環境教育

研究課題名(英文) International river environment education combining simulation with samples from different times and areas

研究代表者

真山 茂樹 (MAYAMA, Shigeki)

東京学芸大学・教育学部・教授

研究者番号：40199914

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)：河川環境理解とグローバル意識の育成を目的とする珪藻を用いた教材と授業プログラムを開発し、日本、米国、およびインドで英語、カンナダ語、マラーティー語を使用する中等教育学校で授業を行い、その効果を測定した。教材では過去と現在の同一河川の同一地点から採集した標本を使用した。事前事後の調査の比較から、日本、米国、インドのほぼ全てのグループで、「河川と環境攪乱の関係」と「外国の自然環境」に対する学習意欲の向上が認められた。さらに、回答文の計量テキスト分析において、インドの3言語グループでは事前と事後の意識が、いずれも自らの生活や生物に関するものから、環境改善や外国に関するものへと変化したことが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

環境保全の意義の本質を理解するためには、人間がどんなことをしたら、環境がどのように変化するかを理解することが必要である。ところが環境変化を実験的に行うことは通常難しい。本研究では、水質指標生物である珪藻の過去と現在の標本を使用し、さらに、その珪藻が出現する理由を知るための環境シミュレーションを複合させて授業を行うことで、学習者に環境学習の意欲を向上させ、環境に対する意識を向上させることができた。授業は日本、米国、インドで実施したが、今日水質汚染が著しいインドでは、日本の過去と現在の河川環境を知ること、環境問題を改善しようという意欲の向上が見られ、日米では国際協力への意識の芽生えが生じた。

研究成果の概要(英文)：For understanding of riverine environment and fostering global awareness, teaching materials using diatom specimens which were collected at the same site of rivers in past and present times. We implemented lessons using originally developed lesson plan at secondary schools in Japan, America and India and assessed the effectiveness of the lessons. From the comparison of the pre-post surveys, almost all groups in Japan, America, and India showed improvement in their motivation for learning about the relationship between rivers and environmental disturbances and foreign natural environments. Furthermore, in text mining analysis of described answers, it was shown that in the trilingual groups in India, i.e. English, Marathi and Kannada, both pre- and post-consciousness had changed from those related to their own lives and organisms to those related to environmental improvement and foreign countries.

研究分野：生物教育、科学教育、環境教育および珪藻の分類学ならびに生態学

キーワード：河川環境 国際理解 環境変化要因 珪藻 標本 シミュレーション教材 河川水質 SimRiver

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

持続可能な開発目標(SDGs)の一つとして取り上げられているように、世界の水の衛生環境問題は早急に解決すべき問題であり、国連は2030アジェンダを達成するため世界各国の協力を求めている。浄水施設や下水処理場の建設は目標達成のための直接的な手段であるが、水環境の改善には各国の国民の意識向上も同時に必要である。教育はこの目標実現を支援する大きな役割を担う。

研究代表者らは、河川の水質環境の変化と人間活動の関わり合いを理解するためのシミュレーションソフトウェア“SimRiver”の開発を十数年間行い、それなりの成果を上げてきた。その一方で、シミュレータを用いた学習は本物の生物を見せておらず、また、実際の環境を調べないという欠点をもつ。青少年にとってバーチャルリアリティーの世界は日常的なものとなった時代であるからこそ、実際の環境から採集した本物の生物を使用した学習は、現実社会の環境を考える上で重要な意味を持つ。しかし、水環境の「変化」を学ぶためには、過去の生物を調べることが必要である。教科書に登場する水生無脊椎動物は、ホルマリンやアルコールに漬けて標本が作られるため、年月の経った標本では退色や変形が生じている。このような標本は生徒にとって同定が難しく、かつ魅力の薄れたものである。

2. 研究の目的

学習者が河川環境の変化を認識し、その理由やプロセスを主体的に探究することで、科学的根拠を持って今後の見通しができ、さらに自らの実生活や国際社会に対する思考力が高まるグローバルな教育の実現を目指す。このため、過去に日本、米国、インドの河川で採集され、博物館等に保管された実物の環境指標生物の標本と、現在の河川から採集される標本の活用システムを構築する。珪藻は細胞壁がシリカで作られているため、昔の標本であっても質が劣化しておらず、今日の標本と比較するには好条件を備えている。さらに研究代表者が従来開発してきた2つのシミュレーションプログラムを強化することにより、時代の変化や国家の相違による、河川水質と水中生物群集のダイナミックな変化を、人間生活と関連させて理解させることを目指す。

3. 研究の方法

これまでの研究成果を踏まえ、本研究では主要対象国を日本、アメリカ、インドとし、以下の目標を設定する。(1)環境は情緒的に捉えられる側面をもつが、本研究により、学習者は河川環境の実態と変化を、生物を通じて科学的に理解し、根拠を持って環境の変化を予測できるようになる。(2)その結果、学習者の河川環境改善に向けての行動意識が高揚する。(3)河川環境の改善経験をもつ日・米では、開発途上国の河川環境の現状理解が深まり、国際協力の心が学習者に育つ。(4)インドの学習者には日・米の過去の経験が改善へ向けての手本あるいは希望となり、改善のための努力が図られるようになる。これら一連の目標を期間内に達成することが本研究の目的である。そのために3国の博物館等が保有する過去の珪藻標本から授業に使用できる適当なものを探し出し、それらを活用するとともに、従来、研究代表者らが開発してきたウェブ教材システムの改良を行う。さらに、これらを用いた効果的な教授法を開発し、その評価および修正を行う。

4. 研究成果

国立科学博物館、アグハルカル研究所（インド）、フィラデルフィア自然科学アカデミー所有の珪藻標本より、それぞれ1982年（多摩川）、1945年（ボリバリ川）、1948年（リティッツ川）

の試料を選出した。また、これら河川の同地点で研究期間中に今日の試料を採集した。当初の予定ではこれらから作成した 600 枚のプレパラートを 3 国で共有し、授業に用いる予定であったが、生物多様性条約に関わる ABS 問題が生じることが判明したため、プレパラートから撮影した写真を共有することに変更した。日本と米国の過去の試料からは、強い汚濁が示唆されるものであり、一方インドの過去の試料は清冽な水質が示唆された。一方、今日の同地点は日米とインドでは状況が反転するものであった。

授業では最初に過去と現在に採集された珪藻標本から撮影された珪藻群集の写真を提示した。次に、生徒は水質判定シミュレータである SimRiver を用いて、類似する種構成を示す擬似プレパラートが作成されるよう、それぞれの時代の流域環境を予想し、シミュレーションによって検証した。その後生徒は、提示された自国と他国の過去と現在の珪藻写真を比較し、そこに示された珪藻群集の種構成から他国の河川環境変化の過程を推測した。事前事後に実施したアンケート調査からは、日本、米国、インドのほぼ全てのグループで、「河川と環境攪乱の関係」と「外国の自然環境」に対する学習意欲の向上が認められた。また、上記 2 項目の学習意欲の向上は互いに相関を示した。さらに、自由記述された回答文の計量テキスト分析において、インドの 3 言語グループでは事前と事後の意識が、いずれも自らの生活や生物に関するものから、環境改善や外国に関するものへと変化したことが示された。対応分析におけるこれらのグループの重心は事後において近接しており、異なるグループの生徒が本授業プログラムから同様の効果を受けたことが示唆された。また、日本のグループでは身近な河川状況に関するものから改善すべき課題に関するものへと、米国のグループでは生活や生物に関するものから水質に関するものへと意識が変化した。また、授業後に、日本のグループは発展途上国に関して、インドの 3 グループでは先進国に関して意識を強くもつようになった。さらに、日本のグループは過去に河川の環境汚染を経験した国として、インドのグループは現在、環境汚染に直面している国として、それぞれ異なる立場から河川環境の問題や改善を意識していることが認められた。意識の変化様式はそれぞれの地域で異なっており、今後、地域ごとの結果の違いを考慮した授業プログラムの開発が必要である。

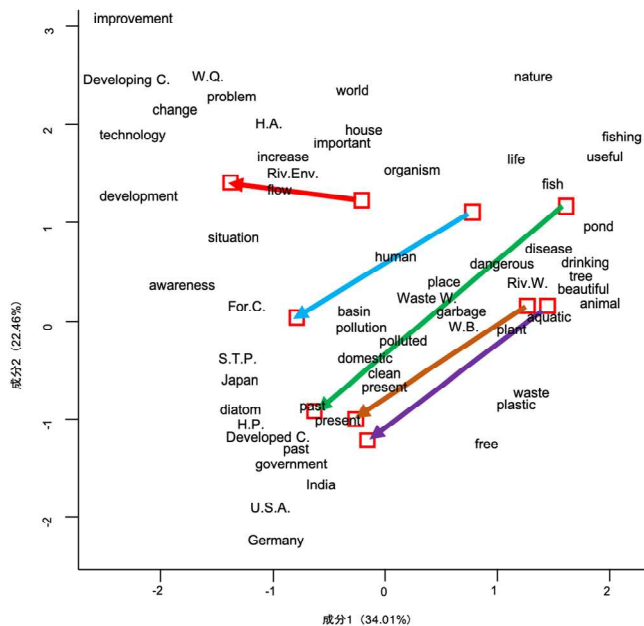


図 5 グループの対応分析 (矢印は授業前後における学習者の重心の変化を示している)
 Developing C.: developing countries, Develop C.: developed countries, For. C.: foreign countries,
 W.Q.: water quality, H.A.: human activity, S.T.P.: sewage treatment plant, H.P.: human population,
 Waste W.: waste water, W.B.: water bodies, Riv. Env.: river environment, Riv. W.: river water.

日本グループ 米国グループ 印Eグループ 印Kグループ 印Mグループ

また、以前より珪藻を用いて水質判定した川の、マクロの水中の様子が知りたいという希望が多く、多くの学習者から寄せられていた。このため、水中を探索するゲームソフトウェア MushiRiver を米国の研究協力者と共に開発した。本ソフトウェアは底生無脊椎動物が 4 つの水質域においてそれぞれ河川中に 3D 表示されるもので、現在、試作版をウェブ上で公開し、意見を収集中であり、次期プロジェクトで完成させる予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計2件)

- ① 里見 研悟, 真山 茂樹, 齋藤 めぐみ (2018) 多摩川における過去と現在の珪藻から示される水質の変化—珪藻を教材として河川環境の変化と人間活動の関係を学ぶ授業プログラムの開発に向けて、東京学芸大学紀要自然科学系、査読無、70: 31-53.
https://ir.u-gakugei.ac.jp/bitstream/2309/150090/1/18804330_70_03.pdf
- ② 真山 茂樹, 里見 研悟, Karthick Balasubramanian (2018) インドの教科書に見られる環境問題、生物教育、査読無、59: 191-196.
http://sbsej.jp/publish/journal/file_journal/journal_sbsej_59-3.pdf

〔学会発表〕(計5件)

- ① 里見 研悟, 真山 茂樹, 内山 正登, Balasubramanian Karthick, Matthew L. Julius (2019) 河川環境理解とグローバル意識の育成に向けた授業プログラムの開発と3ヶ国での実践及び評価。日本生物教育学会第103回全国大会, 刈谷。
- ② Kengo Satomi, Shigeki Mayama, Masato Uchiyama, Karthick Balasubramanian, Mandar N. Datar, Matthew L. Julius (2018) Teaching material and class activity development using diatoms for learning about change of river environment from global view. International Rainy-Lake of the Woods Watershed Forum、米国、ミネソタ州、インターナショナルフォールス。
- ③ Shigeki Mayama (2018) Competency development based on scientific perspective in environmental education. Teacher Education in (Trans)Formation: Global Trends, National Processes and Local Factors. ドイツ、ドレスデン。
- ④ Matthew Julius, Shigeki Mayama and Kengo Satomi (2018) Modeling and visualization for process understanding and inquiry: Lessons from developing SimRiver. Transforming STEM Higher Education: Confirming the Authority of Evidence. 米国、アトランタ。
- ⑤ Shigeki Mayama, Kengo Satomi, Karthick Balasubramanian, Matthew L. Julius (2018) Fostering global competence in environmental education: a class activity using web-based teaching materials combined with real specimens and historical photographs. 27th Biennial Conference of the Asian Association for Biology Education. Biology Education for Future Asia. タイ、バンコク。

〔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〕

ケイソウプロジェクト <http://www.u-gakugei.ac.jp/~diatom/index.html>

SimRiver <http://lbn.ab.a.u-tokyo.ac.jp/~omori/srhtml/diatom.htm>

MushiRiver <https://web.stcloudstate.edu/mcgill/SimRiver2019/Complete/>

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：加藤 和弘

ローマ字氏名：(KATO, Kazuhiro)

所属研究機関名：放送大学

部局名：教養学部

職名：教授

研究者番号 (8 桁)：60242161

研究分担者氏名：大森 宏

ローマ字氏名：(OMORI, Hiroshi)

所属研究機関名：東京大学

部局名：大学院農学生命科学研究科 (農学部)

職名：助教

研究者番号 (8 桁)：10282691

研究分担者氏名：齋藤 めぐみ

ローマ字氏名：(KATO-SAITO, Megumi)

所属研究機関名：独立行政法人国立科学博物館

部局名：地学研究部

職名：研究主幹

研究者番号 (8 桁)：40455423

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：内山 正登

ローマ字氏名：(UCHIYAMA, Masato)

研究協力者氏名：カーシック バラスブラマニアン

ローマ字氏名：(KARTHICK, Balasubramanian)

研究協力者氏名：ジュリウス マシュー

ローマ字氏名：(JULIUS, Matthew)

研究協力者氏名：ゴルシカ ウイリアム

ローマ字氏名：(GORCICA, William)

研究協力者氏名：ジル マーク

ローマ字氏名：(GILL, Mark)