

令和 5 年 6 月 20 日現在

機関番号：12604

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K03113

研究課題名（和文）河川環境の科学的探求によるグローバル・コンピテンス育成に関する実証的研究

研究課題名（英文）Development of students' global competence by scientific inquiry of river environment

研究代表者

真山 茂樹（MAYAMA, Shigeki）

東京学芸大学・教育学部・名誉教授

研究者番号：40199914

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）：日本、米国、インドの河川で過去と現在に採集された珪藻の標本、人間活動と河川水質間の関係理解のための生態系シミュレータ、汚濁河川のビデオや写真等のWeb教材を整備した。最終年度は設置形態の異なる3学校（2高校、中等教育学校）でそれぞれ授業を4回実施し、最後に3校の生徒間で意見交換を行った。各授業後に実施したアンケートの解析では、各学校の個性が認められる一方で、具体的な事項の理解や思考に関する質問への回答には、全体的な共通性もある程度認められた。さらに、グローバルな川のよりよい環境のために生徒自身ができる解決策では、3校での共通性がかなりの程度認められ、概ね目標を達成することができたと考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

欧米諸国と比較して、日本の生徒は外国の人や文化と接する機会が少なく、グローバルコンピテンス育成の土壌が醸成されていない。本研究は、河川の水質汚染という日本の過去と途上国の現在の問題を取り上げることで、共通の観点から偏見を持つことなく、科学的探求を行いながら、グローバルコンピテンスの向上が図られる点で意義がある。国際問題は多くの場合、その国地域独特のものとなりがちであるが、本研究で扱った河川水質問題は、国際間で等質のものとして扱えるうえ、教材として用いる珪藻標本プレパラートは、採集時における実物の環境指標であるため、学習はより身近なものであり、学校教育に貢献ができるものである。

研究成果の概要（英文）：Web-based educational materials were developed, including diatom specimens collected in the past and present from rivers in Japan, the U.S. and India, an ecosystem simulator for understanding the relationship between human activities and river water quality, and videos and photographs of polluted rivers. In the final year of the project, classes were held four times each at three different schools, and students from the three schools exchanged opinions at the end of each class.

Analysis of the questionnaires administered after each class showed that while each school's individuality was recognized, there was also some degree of overall commonality in the answers to questions regarding understanding and thinking about specific issues. Furthermore, a considerable degree of commonality was found among the three schools in the solutions that the students themselves could provide for a better global river environment, suggesting that they were generally able to achieve their goals.

研究分野：科学教育

キーワード：グローバル・コンピテンス 河川環境 科学的探求 珪藻 水質問題 水生昆虫 シミュレーション 博物館標本

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

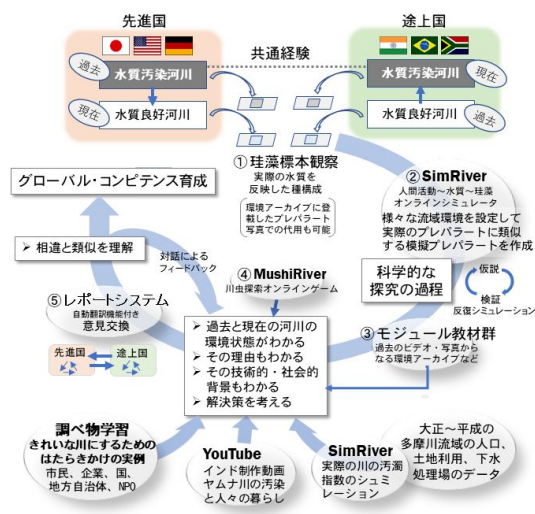
従来移民や難民を多く引き受け身近な所に異国異文化の人々が大量に暮らす欧米諸国と比べ、我が国では国際的感覚を身近に磨ける機会が希少である。グローバルコンピテンス育成には国際的な問題を身近な問題として捉えることが必要であるが、日本国内ではそのような機会を持つことが多くの場合困難な現状であった。これに対し、河川の水質汚染問題は、今日、多くの途上国では深刻な問題となっているが、日本をはじめとする先進国はいずれも過去に、今日の途上国と同様の水質汚染問題を抱えていた。つまり、時代こそ違え、河川の汚染問題は先進国と途上国に共通の問題として捉えることができる。今日先進国では過去における極度の河川水質問題はほぼ解決しており、その経験を国際問題解決に利用することが可能である。一方、途上国は先進国の経験から学ぶことが可能である。過去と現在を知り、未来を考えるための教材と教授法の開発がグローバルコンピテンス育成に必要であった。

2. 研究の目的

先進国と途上国の生徒が両国の過去と現在の河川の水質とその原因を、科学的探求の過程を経て学び、世界の河川問題を解決法を考案するための、新しい教材の開発および整備、ならびに効果的な教育方法を実践を通して構築していく。

3. 研究の方法

授業で使用する教材(珪藻標本、生態系シミュレータ、河川動画、川虫探索ゲーム、標本写真アーカイブ、河川流域人口変動データ)を開発、改良、および整備を行う。これらを基に毎年授業を実践し、結果に基づき改良を行う。授業案では生徒が日本の過去の河川の状態から今日の状態までの変化を生物標本により理解し、その理由をシミュレーションで考え、実際に人間社会で何を行ったのかを調べるものとした。同時に、途上国の過去と現在の河川の状態を標本から考察し、その原因を調べ考え、世界の河川環境をよくするために何が出来るかを考えさせるものとした。授業では実施前後で記述式アンケートをとり、その結果をTWINSpan および対応分析を用いて解析した。



4. 研究成果

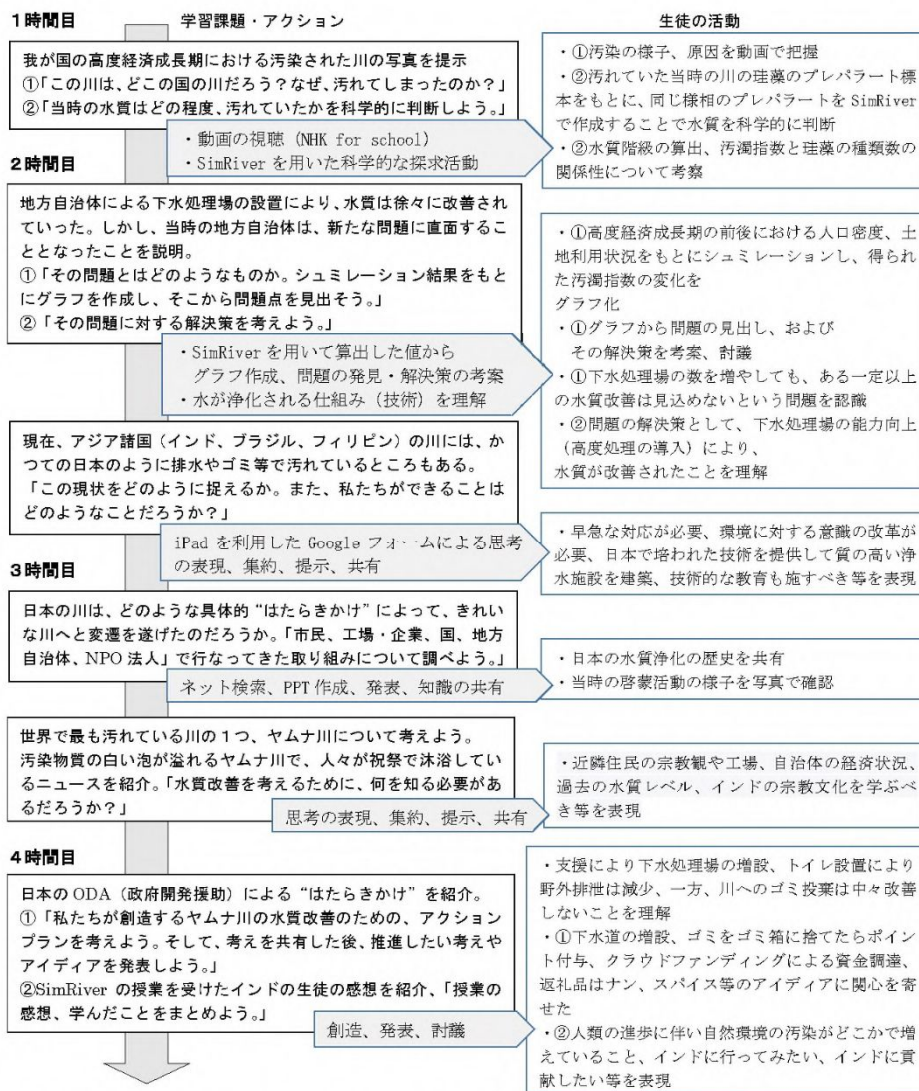
【教材の開発・改良・整備】

教材として日本、インド、アメリカの3河川のそれぞれ同一場所から過去と現在に採集された珪藻試料からプレパラート標本を作製し貸出体制を構築した。また、プレパラート観察が時間的に困難なクラスを考え、プレパラートを顕微鏡撮影した写真をウェブ上に掲載した。また、タイのバンコクとインドのバンガロールで撮影した汚濁河川の動画をウェブ上に掲載した。川虫探索ゲーム“MushiRiver”を開発し、プログラムをウェブからダウンロードできるようにした。多摩川流域における100年間にわたる人口変化を国勢調査結果から抽出すると共に、その間の土地利用の変化のデータをまとめた河川水質シミュレーション用の教材を作成した。生態系シミュレータ“SimRiver”の操作性の改良および大画面表示版を作成した。

【授業実践】

令和元年度は3時間の実践プログラムを開発し、私立高校1年生50名に対し授業を実施し、授業前・後にアンケート調査を行い意識の変化を調査した。この結果を基に、令和2年度は3時間の実践プログラムを開発し、国立大学附属高校1年生100名に対し授業を実施した。ここでは、インドの学校で同様の授業を行った後に、彼らが考えたことを紹介し、日本人として何が出来るかを考えさせた。これらの結果は日本の生徒は現実感が不足しており、問題解決の思考が自分事でない他人事になっている傾向が認められた。令和3年度は当初はインドで授業を実施する予定であったが、コロナウィルス蔓延防止規制のため渡航ができず、また、国内では学校の授業が変則的であり、本研究の授業実践が長らくできず、年明けにようやく私立高校の生物部員を対象に授業をすることができた。少人数の授業ではあったが、令和4年度の研究に資する授業案を得ることができた(次ページに授業案を示す)。

本研究開始の前年にインドで実施した授業では、生徒は授業により具体的な問題解決の方法を考えるようになっていたが、日本国内での授業では「途上国では水質改善が必要と思う」、「技術開発や援助が必要」、「環境について意識を高める必要がある」といった自分たちの行動につ



がる具体性や現実性を欠いている回答が多かった。しかし、本研究の授業案による学習では「ゴミ捨て場に正しく廃棄した場合は、ポイントを受け取る」、「クラウドファンディングにより資金を調達する、返礼品はナンやスパイス」など、高校生らしい環境改善のためのアイデアが出され、他人事から自分事への問題意識の変容が認められた。また、事後の感想では、「川をきれいにするためには宗教のことも考慮しなければならない」、「頭を捻って考えることができた」、「人の意識を変えるのは、施設を作るのより難しいと思った」、「色々案を出したが今回はインドの人には伝わらないのが悲しい」、「インドに行ってみよう。少しでも貢献できたらいい」など、異文化への理解の高まりや、深い学びができたことを伺わせる記述がなされた。

コロナウィルス蔓延防止規制により、研究機関を1年延長したが、それでも海外渡航による授業実践は困難であったため、計画を一部変更し、日本とインドの生徒の意見交換を取りやめ、代わって日本国内の設置形態の異なる3学校 (T校: 私立大学附属高校、G校: 国立大学附属高校、K校: 公立中等教育学校) で授業をおこない、3校間で生徒による意見交換を行い、その結果を分析した。

基本的に3校で使用している教材は同じものを使用した。授業案はそれぞれの学校の教員が独自のものを使用した。現行の文部科学省学習指導要領では学校毎にカリキュラムマネジメントの重要性が謳われているように、生徒の質や志望、学校の特性などに合わせた指導案が求められていること、さらに、異なった指導案であっても、結果として同様の学習目標が達成できることが、汎用性のある学習フレームとなると考えられるからである。このため、T校とG校では、前年度の指導案に基本的に準拠したスキームで4時間の授業がおこなわれ、K校ではこれを改変し、生物基礎の生態系学習の中で水中微小生物の顕微鏡観察の時間2時間実施した後に、SimRiverの実習、過去の多摩川流域人口変遷に伴う水質変化のシミュレーション、国内外の河川の動画視聴、河川敷へ行ってのゴミ拾いを含めた計7時間の授業をおこなった。

それぞれの授業後に実施したアンケート調査の自由回答の記述を、次の7項目に集約し、分析を行った。

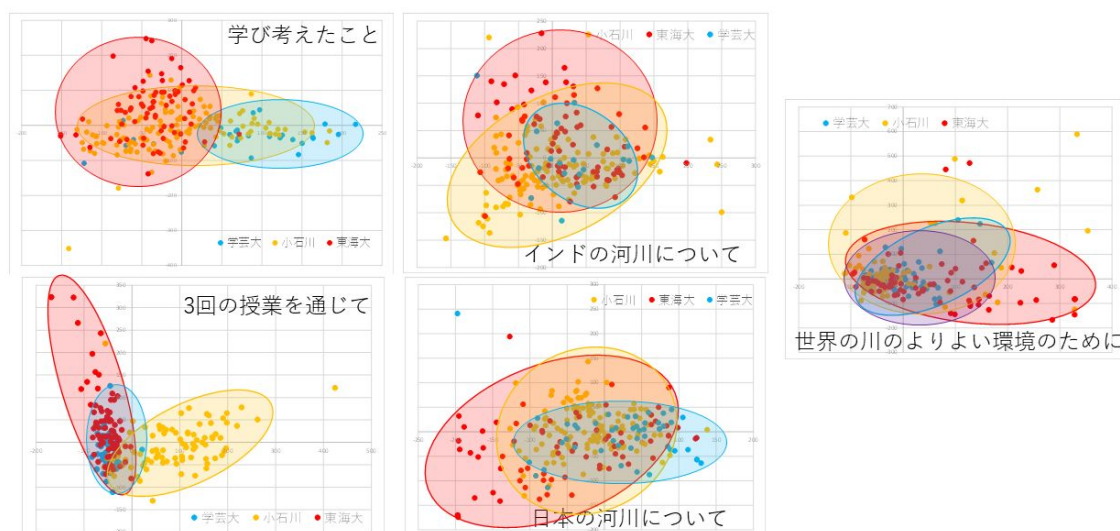
1. 授業後にこの授業で学び考えたこと: 質問文は「本日の授業で理解したことを書いてください」「本日の授業で考えたことを書いてください」

2. SimRiver について：「このシミュレーションを用いた感想を書いてください」「このシミュレーションに付いていたらいいと思う、オプション機能の提案をしてください。」
3. 水質が汚染される原因：「水質が汚染される原因は、何と考えますか。」
4. 日本の河川について：「現在の日本の河川の水質になるまでに、どのような過程をたどっただろうか。知るところ、学んだこと、調べたことを記載しましょう。」「現在の日本の河川の水質の状況になるには、特に何が要因であるとあなたは考えますか。」
5. インドの河川について：「インドのガンジス川や、ヤムナ川の現状を調べてみてください。このような状況になった理由は何であるか、具体的な原因について、あなたの想定を書いてください。」
6. 3回の授業を通じて（K校は4回）：「授業を通して何を考えましたか？」（K校は「この時間であなたが学んだこと、気づいたことについて書いてください。」「新たに沸いた疑問や質問を書いてください。」）
7. 世界の川のよりよい環境のために：世界の川のよりよい環境を作るために、あなたは何をしたいですか。」

7項目のうち2.と3.については、一部の学校で十分な調査ができなかったことから、これらを除く5項目について以下の分析を行った。それぞれについてKH-coderでキーワードを抽出。抽出された語のうち、最小出現数が10以上(回答から多数の抽出語が得られた4.については25以上、同じく6.については20以上)のものを対象として、抽出語を列、回答者を行としその回答者による抽出語の言及回数(出現数)を値とするデータ表を作成した。

次にデータ表に含まれる抽出語のうち、明らかに同義、類義のものとして用いられているものを統合。例えば、[珪藻]、[ケイソウ] [珪藻]、[シミュレーション]、[シミュレーション] [シミュレーション]、[きれい]、[綺麗] [きれい]、[汚染]、[汚濁] [汚染]。

次いで、得られた抽出語×回答者のデータ表を対象として、序列化型の多変量解析である対応分析と、分類型の多変量解析であるTWINSPANを実施。両分析ではほぼ同様の結果が出たため、ここでは対応分析のみ結果を示す。



授業により「学び考えたこと」、「全体の授業を通じて考えたこと(3回の授業を通じて)」については、学校ごとにコンパクトにまとめ、3校の共通部分は少なかった。授業の理解を問う質問への回答には、各学校の個性が認められたのは、各校独自の指導案によるところが大きいと考えられる。

「インドの河川について」、「日本の河川について」の回答は各学校内でもばらける一方で3校の共通部分もかなり見られた。つまり、具体的な事項の理解や思考に関する質問への回答には、各学校の個性に加えて全体の共通性もある程度認められる結果となり、国内・国際を問わず、その理解の増進が認められた。

「世界の川のよりよい環境のために何をしたいか」という問題解決に向けた一般性の高い質問への回答には、全体の共通性がかんがりの程度認められた。

以上をまとめると、本研究で使用した教材群を用いた授業は、それらを使用する指導案によって知識や理解の内容や程度が学校間で見られたものの、グローバルコンピテンシーに関わる国際理解およびそれと対をなす国内理解については3校の生徒間で類似性がみられ、さらにグローバルコンピテンシーが必要とされる大きな理由である国際的問題の解決については、いずれの学校の生徒も同様の方向性を持って回答したことが認められる。

また、最後に実施したZoomによる3校の生徒間の意見校間では、自分たちが考えていなかった意見を聞くことで刺激を受けたことがアンケートから読み取れており、主体的な問題解決の動機付けの強化に有効な手段となりうることが示唆された。

新しい内容の授業実践は、得てして特別授業となりがちであり、それが普遍的、一般的な普及

に必ずしもつながらないことが多い。本研究では通常の授業の流れの中で新しい内容を含んだ授業を実施しても、最終的には特別授業と同様の結果が達成されており、成果の一般化へ向けて着実なマイルストーンを確立できたと考える。今後は研究期間中に実施できなかった外国の生徒との意見交換を取り入れることで、さらなるグローバルコンピテンスの育成が期待される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 0件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 真山茂樹・加藤和弘・里見研悟	4. 巻 56(7)
2. 論文標題 SimRiver（シムリバー）と MushiRiver（ムシリバー） オンライン・ツールを使った国際河川環境教育	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 昆虫と自然	6. 最初と最後の頁 32-33
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Mayama, Shigeki; Julius, Matt; Balasubramanian, Karthick	4. 巻 2021
2. 論文標題 International river environment education that combines simulations with specimens from different times and regions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Impact	6. 最初と最後の頁 35-37
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.21820/23987073.2021.3.35	査読の有無 無
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 該当する

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 2件/うち国際学会 2件）

1. 発表者名 真山茂樹，熊谷あすか，里見研吾，Mathew Julius，Karthick Balasubramanian，加藤和弘，大森 宏
2. 発表標題 科学的探求を基にグローバルコンピテンス育成を図るSTEM教育
3. 学会等名 日本STEM教育学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 里見研悟，真山茂樹，加藤和弘，Bill Gorcica，Mark Fitzer，Matthew Julius
2. 発表標題 4つの水環境で川虫をバーチャルに探索するソフトウェア「ムシリバー」の作成と展望
3. 学会等名 日本生物教育学会第105回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shigeki MAYAMA
2. 発表標題 Simulation-Based Science Learning Promotes Global Competencies in Biology Education
3. 学会等名 28th Biennial Conference of the Asian Association for Biology Education (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shigeki MAYAMA
2. 発表標題 Taking diatoms to schools for changing water stewardship: a two-decades experience
3. 学会等名 13th International Biennial Lake Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

DiatomProject https://www2.u-gakugei.ac.jp/~diatom/index.html SimRiver http://lbn.ab.a.u-tokyo.ac.jp/~omori/srhtml/diatom.htm ケイソウプロジェクト https://www2.u-gakugei.ac.jp/~diatom/japan/index.html MushiRiver https://drive.google.com/file/d/1BE7DxnIxnHN6V3DB8Z-HndFy107iBV6K/view

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
研究分担者	大森 宏 (OMORI Hiroshi) (10282691)	東京大学・大学院農学生命科学研究科(農学部)・助教 (12601)	

6. 研究組織（つづき）

	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
研究分担者	加藤 和弘 (KATOH Kazuhiro) (60242161)	放送大学・教養学部・教授 (32508)	

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