

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 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：2013～2015

課題番号：25350238

研究課題名(和文)異なる時代や地域の資料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 environmental education combined with simulation and documentations of different ages and regions

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) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：学習者が河川環境の変化を主体的に学習し、科学的根拠を持って今後の見通しができ、さらに自らの実社会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標とし、ウェブ教材開発とそれらを使用した実践研究を行った。開発した教材は、今日のインドの強腐水河川の状況を示すビデオ、SimRiverのワークシートの改良、水中マクロ生物探索ゲームなどであった。中学校、高等学校用にそれぞれ個別の指導案を作り授業を行った。授業の事前・事後に調査を行った結果、学習後は明らかに生徒の環境意識が高揚し、科学的データに基づく社会提案、行動提案ができるようになり、国際協力意識も高揚したことが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：We developed web based learning materials and had practical study using them to archive our goal of international education that students actively learn the change of river environment, have perspective based on scientific evidences and promote their thinking about daily life and global community. The learning materials we developed were video movie showing a current polysaprobic river water condition in India, a revised work sheet for SimRiver, an exploring game for learning aquatic macro organism e.t.c. Lesson plans for junior and junior high schools were devised and lessons were implemented. Comparison between pre- and post-test indicated that students promoted their awareness for environment and international collaboration, became able to propose for the society based on science evidences.

研究分野：環境教育

キーワード：環境教育 河川環境 シミュレーション 珪藻 主体的な学習 国際教育 科学教育 環境変化

1. 研究開始当初の背景

河川の水質環境は、何年もの期間を経て変化するのが通常であるが、従来の教育では変化を直接体験することは不可能であり、その変化は単なる知識として与えられるものであった。我が国の中学校理科や高等学校生物の教科書には水生生物を用いた川の水質調査が紹介されている。しかし、これは現状の環境認識には有効であるが、環境の変化を理解させるためには不十分である。また、世界的に見ても、水環境の変化を実体験させるような教材は見当たらない。

2. 研究の目的

学習者が河川環境の変化を主体的に学習し、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、過去と現在の様々な国家で撮影された汚濁河川の写真等資料、および2種類のシミュレータ並びにビデオ等を組み込んだモジュール教材群をウェブ上に多言語で展開し、これを用いた教育を海外共同研究者との連携により8カ国で実施する。シミュレータは応募者らが従来開発してきた、人間生活と河川水質と珪藻との関係を理解するソフトウェア“SimRiver”に加え、様々な水質域を自由に移動しながらマクロ生物の観察ができるソフトを試作し、包括的な河川環境理解につながる基盤形成を試みる。教育実践の分析結果をフィードバックし、汎用性の高い効果的な教育プログラムを考案する。

3. 研究の方法

(1)ウェブベース教材の新規作成と補強を以下の内容において行った。

従来、本研究の代表者および研究分担者が作成してきた河川の汚染状態を示す写真に、新たなものを加えるとともに、今日のインドにおける汚染河川のビデオを加える。河川水中に生息するマクロの無脊椎生物を探索できるソフトウェアを試作する。

従来のウェブ教材に新たな言語を追加し、さらなる国際化を目指す。

(2) 授業実践と評価

国内の中学校における実践的研究

SimRiverを活用して「人間と川が共存する“私たちのまち”」を創造することを通して、河川の環境についての意識を高め、「環境を保つために何をすべきか」について自分の考えをもつことができることを目的として授業案を作成した。作成するまちには、あまり財政が豊かでないという条件を付け、その中で産業や土地利用および下水処理場の効果的な建設を考えさせた。4人で班を構成し、グループ内で話し合いをしながら、まちを作らせた。

授業を実施したのは、第3学年の4学級、計160名(男子80名、女子80名)である。授

業の事前と事後にアンケート調査を実施し、それを分析することで、授業の評価を行った。質問は事前事後とも「あなたは『川』について、どのようなことを考えていますか。あなたの考えを書きなさい」であり、回答は自由記述とした。また、記述にあってはキーワードを生徒に書かせた。また回答全文を計量テキスト分析し、意識の変化を調査した。

国内の高等学校における実践的研究

生徒が、生態系において生産者や消費者となる生物の例を知り、生態系のバランスについて考え、さらに、人間の活動によって生態系が攪乱され、生物の多様性が損なわれることがあることを認識することを目的とし授業案を作成した。

1980年に多摩川で採集された珪藻試料と、授業前に同地点から採集した珪藻試料から作成したプレパラートを生徒に見せ、現在と過去のは、それぞれどちらかを“ケイソウプロジェクト”ウェブ学習教材を使用して探究させることにした。過去と現在の多摩川のビデオと写真を用意し、生徒に水質状況の違いを認識させた上で、それぞれのCOD値を示した。その後、生徒は“SimRiver”を使用して、同様の河川水質および珪藻群集が再現されるよう、河川周辺の環境条件を操作した。最後に、過去と現在の多摩川の珪藻プレパラートを使用して水質判定を行い、違いを確認した。

授業の前後でアンケート調査を行った。質問は「あなたは川についてどのようなことを考えていますか」であり、記述された回答文を用いて計量テキスト分析を行い、生徒の意識の変化を分析した。

海外の中学校および大学における実践的研究

韓国、タイ、インド(カンナダ語圏)の中学校および、フィリピン、インドネシア、インド(マラーティー語圏)の大学において“ケイソウプロジェクト”ウェブ学習教材を用いた授業を行った。これらに日本において実施したものを加え、異なる言語地域における学習者の河川環境に対する意識の変化を調査した。

“SimRiver”を用いた実習では河川流域に様々な環境を作らせ、それがどのように水質に反映するか、モニターに合成表示される珪藻群集を通じて考えさせた。

授業の事前事後に同じ質問“What thought do you have about river?”を、それぞれが使用する言語で行い、生徒および学生に彼らが使用する言語で記述回答させた。これを各国の研究協力者が英語に翻訳し、それに、日本で同様の授業案で実施した事前事後調査の英文翻訳を加え、計量テキスト分析を実施した。

4. 研究成果

(1) ウェブベース教材の新規作成と補強

今日インドの河川はいたるところでひどく汚染されるようになり、洗剤の泡だらけになってしまった川などがいたるところで見られる。プネー市内を流れる小河川、およびデリー市内を流れるヤムナ川にて撮影を行った。この状況は 1960 年代には、日本においても各地で見ることできた状態である。現在のインドと過去の日本の河川の同じような悪環境の状態を見せる映像教材を作成した(図 1)。



図 1. 洗剤の泡で覆われたヤムナ川の一場面

河川の水質を 4 段階に分類し、それぞれの水質の指標種となる底生無脊椎動物を選んだ。これらの動物を、4 つの異なる水質の河川水中で探索する 3D ソフトウェアを開発した。本システムでは Unity (ユニティ・テクノロジーズ社) を用いて作成したもので、SimRiver のワークシートの画面から、当該水域の水中探索ができるようにした(図 2)。



図 2. 少し汚れた川の一場面

試作ソフトウェアを高校生に試用させアンケートを取った。代表的な肯定的な意見には「ゲーム感覚で見られるのが楽しい」、「実際に違う川の場所に行った気分になれる」、「画質が良い」があり、否定的な意見には「気持ちが悪い」があった。また、問題点を指摘するものも多く「パソコン画面で視点を動かすのに少しマウスが動かしづらく、パソコンの動きも遅い、英語表記が見づらい」、「時間がかかる」があり、改善の要求として「もう少し軽い動作」、「わかりやすくするため日本語にして欲しい」、「見つけるためのマップ機能」、「自分がいる場所や生息地の地図(が欲しい)」、「クリックすると(生物が見つかった)いい」などがあった。今後、これらの意

見をもとにソフトウェアを改善することが必要である。

従来公開してきたウェブ教材「ケイソウプロジェクト」にアフリカンス語、ヒンディー語、アラビア語、ペルシャ語を追加した。これによりウェブ学習システムに組み込まれたビデオ、シミュレーションソフトウェアなどが、25 言語で使用可能となった(図 3)。



珪藻を通じて河川環境を理解する双方向性多言語・ウェブベースシステム

各国の学習者が利用できる教育 & 国際コミュニケーションツールとして展開中

図 3. ケイソウプロジェクト学習システム

(2) 授業実践と評価

国内の中学校での実践的研究

キーワード分析の結果、授業の前では「自然」「水の流れ」「海」「栄養分」「流水の三作用」「川の生物名を挙げる」といった川の特徴をあげる生徒が半数を占めていたが、事後では「環境」「汚染」「共存」「水質」「自浄作用」「指標」「汚濁指数」「下水処理場」といった川の環境に関わるキーワードが半数を占めるようになった(表 1)。

表 1. 生徒が示したキーワード

分類項目	事前	事後
川の特徴	59%	26%
人間との関わり	24%	17%
川の災害	11%	2%
川の環境	6%	55%

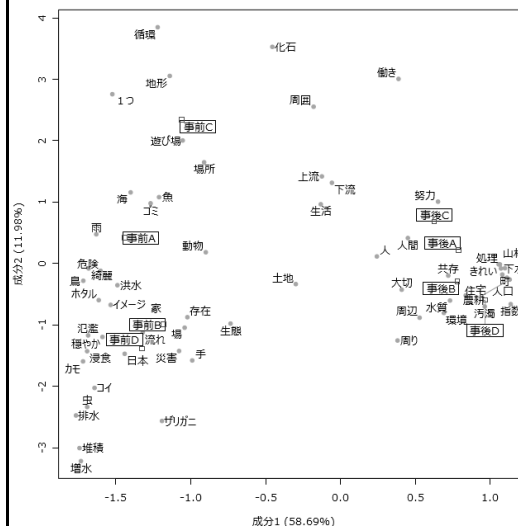


図 4. 事前・事後調査において 4 つのクラス (A ~ D 組) で使用された言葉の対応分析 (差異が顕著な上位 80 語を表示)

対応分析における成分1は授業の前後を反映した軸で、成分2はクラス間の相違を反映した軸となった(図4)。授業前と授業後では記述された言葉のスコアに明らかな相違が見られ、同時に各クラスの重心も著しく移動したことが判明した。授業前では川に生息する生物名や川に関する自然災害、川の一般的属性や利用に関する言葉が特徴的に記述されていた。これらの言葉の使用は成分2軸方向の分布から示されるように、クラスによって幾分異なっていた。授業後では、「町」「人口」「水質」「汚濁」「指数」「汚れ」「微生物」「下水」「処理」「きれい」「環境」「工夫」「人間」「努力」「共存」などの言葉が高いスコアで使用されていた。また、授業前に見られた4つのクラスの分布のパラツキは、授業後では近接したものとなった。

課題提示や生徒の活動中に、「私たちのまちとは人間と川が共存するまちである」ことや「環境を保つために何をすべきかについて考えることが必要である」ことは、授業者からは提示しなかった。それにもかかわらず、事後調査で、川との共存や環境保全に対する努力を表す回答がなされたことは、生徒の能動的な学習活動が良好に機能した結果と考えられる。

国内の高等学校での実践的研究

共起ネットワーク分析の結果、生徒集団は事前では「日本」「汚れる」という方向を向いていた。また「日本」「汚れる」「ゴミ」「多い」という語が最も共起して使用され、それらは「河川」「川」あるいは「人間」を媒介して他の語と結びついて文章を構成していた。実際の回答文には「日本の河川は人間が汚していることによって汚れているような感じがする」「日本は、国、自治体、団体などががんばってきれいにしようとしている」などとして記述されていた。また、回答文を分類すると、「河川を汚しているのは人間であり改善の努力が必要と思う」「日本ではゴミが多いと河川が汚れるのでゴミのないキレイな環境が必要」「川の環境には生物が住む」「水を綺麗にすることを考える」などに分けられた(図5)。

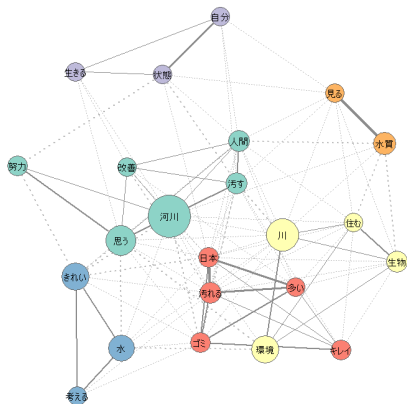


図5. 事前調査で使用した語の共起ネットワーク

授業実施後の調査では、全体の回答文の内容の中心は「水質」「思う」という方向へ向けられた。また強い共起関係が、事前と比べて多くなった。このためサブグラフに示されたグループの特徴がより明瞭なものとなった(図6)。

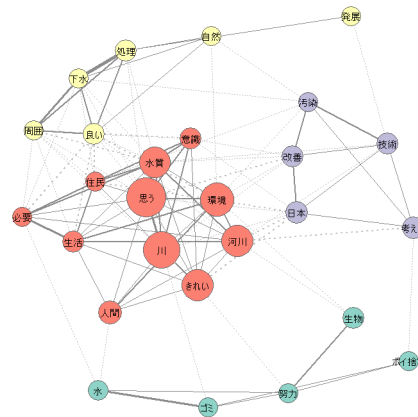


図6. 事後調査で使用した語の共起ネットワーク

グループの語から文章を再構成すると「河川は人間生活にとって必要であり、川の環境をきれいにするため、住民が水質を意識することが必要」「下水処理などで川の周囲の状態を良くする」「日本の河川は技術によって汚染が改善」「川にポイ捨てなどゴミを捨てない水をきれいにする努力」のようになる。以下は実際の回答文の一例である。「住宅地の近くにも河川はあり私たちの生活に近いところに存在している。そのため私達のこれからの行動次第で河川は良くも悪くもなる。河川に対する地域住民の意識が変えられたら良いと思う。ごみを投げ入れたりして敢えて水質を悪くさせる必要はどこにもないので、環境保全に努めるべきだと思う」「全世界に目を向けると、かつての日本のように汚染がひどく劣悪な環境の河川が多数存在する。アユが遡上し環境が回復を続けている多摩川のような例を参考に、国際問題として解決策を示していくべき。そして日本はそのさきがけとなるだけの技術を誇るのだから、もっと多くの河川で環境改善を図っていくべきである」。

海外の中学校および大学における実践的研究

英訳された回答文を用いて形態素解析を行った後、TWINSPANによる分類、ならびに対応分析を行った。対象者総計658人、記述単文数は5454文であった。

形態素解析された単語のうち、名詞のみ1056語を抽出し、これを13のカテゴリーに分類した。分類グループ名と含まれる語数は以下の通りである：ACADEMIC (31語)、AMUSEMENT (26)、ANTHROPOGENY (39)、BAD IMPRESSION (97)、CITY/RIVER (62)、DAILY LIFE (18)、DIATOM/SIM RIVER (48)、EDUCATION (15)、GOOD IMPRESSION (33)、

IMPROVE (65)、INTERNATIONAL (34)、NATURALPHENOMINA (33)、ORGANISMS (86)。また、どのカテゴリーにも分類されなかった名詞が478語あった。

これらのうち、20単文以上に使用された111語を抽出(全体の23%の語に相当)した。次に、これらの語が1つ以上含まれる文を対象にTWINSPANを実施したところ、34回答タイプを得ることができた。回答を使用言語と授業の前後によりグループ分けし、各グループにおけるタイプ別回答数を集計した。タイプ別回答数をデータとする回答タイプ×学習者グループ(言語、学校および事前・事後別)の表のそれぞれについて、対応分析を行い、学習の事前と事後における意識の変化を探った。なお、分析後の布置図では、わかりやすいよう英単語を再度日本語に翻訳し直した(図7、8)。

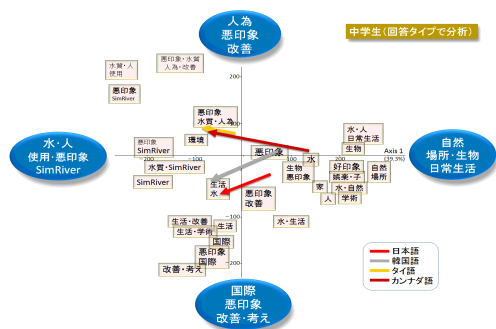


図7. 中学生の回答文の回答タイプと、言語グループ別の重心の移動

中学生の回答の分析では(図7)、1軸は事前事後の変化を反映しており、事前では「自然」「場所」「生物」「日常生活」のキーワードをもつ回答タイプが特徴的で、事後では「水」「人」「使用」「悪印象」「SimRiver」のキーワードをもつ回答タイプが特徴的であった。これは事前では身近かつ一般的な川の性質に言及した生徒が、事後は川に対する人為影響をSimRiverの作業を通じて、より意識するようになった現れであろう。4言語いずれのグループも1軸に対しては同様の変化を見せたが、2軸に対しては日本語、韓国語グループとタイ語、カンダナ語グループでは異なるベクトルを示した。すなわち、日本語と韓国語グループでは、授業後に国際性と改善への意識が高まり、タイとカンダナ語の中学生では、現状の汚濁河川への理解と改善の必要性の理解が高まったことが読み取れた。

大学生の回答の分析では(図8)、1軸は事前事後の変化を反映しており、事前は「水」「自然」「場所」といった日常的な健全なキーワードをもつ回答タイプが特徴的であり、事後は「SimRiver」「水質」「悪印象」のキーワードをもつ回答タイプによって特徴付けられていた(図4)。「人」「水」「使用」は中学生と異なり、1軸からは独立して2軸の一端を特徴付けるものとなっていた。また、2

軸のもう一端は「SimRiver」「改善」「考え」をキーワードとしてもつ回答タイプによって特徴付けられていた。

言語グループ別にみると、学習後、フィリピンの大学生は環境改善志向へ意識が移動し、インドネシアの大学生では現状の水質理解へ強く意識が方向付けられたことがわかる。また、マラーティー語を使用するインドの地域の学生は、その中間方向へ意識のベクトルが向けられた。日本語の大学生の意識はフィリピンと同様で環境改善へ向けられた、重心の移動距離はわずかであり、学習による意識の変化量は少なかった。これは意識以上に知識に基づく思考が事前、事後の両回答文に現れてしまったことが原因と思われた。フィリピン語のグループは人口1千万人を超すメトロマニラの大学生であり、インドネシア語は人口135万人のジャワ島中部のスマランの大学生である。この居住環境の違いが事後回答に影響した可能性は否定できないが、さらなる調査が必要である。

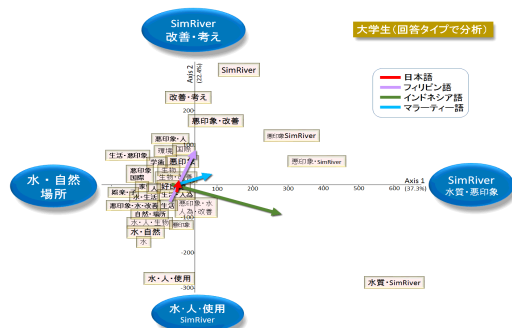


図8. 大学生の回答文の回答タイプと、言語グループ別の重心の移動

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計3件)

村上潤・真山茂樹(2016) 中学校理科で「川と共存するまち」を創造する～SimRiverを活用したストーリー性のある環境シミュレーション～. 環境教育学研究 25: 39-52.

小境久美子・真山茂樹(2015) 年月を経て変化する河川環境を学び考える環境教育の実践的研究 - 高等学校における標本観察, シミュレーション, ビデオ教材を組み合わせた授業 -. 東京学芸大学紀要. 自然科学系 67: 33-44.

Yana, E., Peerapornpisal, Y. and Mayama, S. (2013) Diversity of benthic diatoms and correlation with water quality of Yom River, Thailand. International Journal of Applied Environmental Sciences 8: 1935-1948.

〔学会発表〕(計4件)

真山茂樹・加藤和弘・大森宏(2015) 学習者の河川環境意識を変容させる国際web教材「ケイソウプロジェクト」. 日本

生物教育学会第 98 回全国大会. 愛媛大学 (愛媛). 1月 10 日.

Mayama, S. (2014) Diatoms and its correlation to environment. Invited Seminar by Agharkar Research Institute, Pune (India). 10月 24 日.

Matthew Julius, William Gorcica and Shigeki Mayama (2013) Adding a macroscale gamescape to SimRiver a widely adopted environmental education software tool. 日本珪藻学会 ミニシンポジウム "Diatoms in Eastern Asia". 琉球大学瀬底実験所 (沖縄). 11月 16 日

Mayama, S. (2013) Diatoms and their correlation with water quality. 6th National Conference on Algae and Plankton of Thailand. Chiang Mai (Thailand). 3月 29 日.

〔図書〕(計 3 件)

加藤和弘 (2016) 生物環境の科学. 放送大学教育振興会. 262.

加藤和弘 (2014) ランドスケープの構造と生物多様性. 松本忠夫(編) 現代生物科学 - 生物多様性の理解. pp. 229-247. 放送大学教育振興会.

加藤和弘 (2014) 生物群集の種多様性と種組成の分析の方法. 松本忠夫(編) 現代生物科学 - 生物多様性の理解. pp.213-228. 放送大学教育振興会.

〔その他〕

ホームページ

Diatom Project (ケイソウプロジェクト: 本研究で作成したウェブ学習システム)

<http://www.u-gakugei.ac.jp/~diatom/>

6. 研究組織

(1) 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: 19991440

(2) 研究分担者

加藤 和弘 (KATO, Kazuhiro)
放送大学・教養学部・教授
研究者番号: 60242161

大森 宏 (OHMORI, Hiroshi)
東京大学・大学院農業生命科学研究科・助教
研究者番号: 10282691

(3) 研究協力者

Jung Ho Lee
テグ大学・教育大学校・教授 (韓国)

Cheol Cheong

テグ大学・教育大学校・教授 (韓国)

Edward A. Barlaan

フィリピン大学ディリマン校・准教授 (フィリピン)

Rattanaporn Srivibool

ブラパ大学・海洋研究所・准教授 (タイ)

Ptumporn Muangphra

シラパコーン大学・理学部・准教授 (タイ)

Tri R. Soeprbowati

ディポネゴロ大学・理学部・准教授 (インドネシア)

Karthick Balasubramanian

アグハルカル研究所・研究院 (インド)

Alakananda Balasubramanian

パハラティヴィディアピース大学・研究院 (インド)

Jonathan Taylor

ウェスタン大学・准教授 (南アフリカ)

Somayyeh Kheiri

イスラミックアザド大学・ガルサル校 (イラン)

Ferjani Ali

東京学芸大学・教育学部・准教授

村上 潤 (MURAKAMI, Jun)

東京学芸大学附属小金井中学校・教諭

小境 久美子 (KOSAKAI, Kumiko)

東京学芸大学附属高等学校・教諭