

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月13日現在

機関番号：12604

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21500928

研究課題名（和文） 河川環境を学び考えるための国際ウェブ教材システムの開発と実践

研究課題名（英文） Development of International web-based educational system for learning and understanding river environment

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

研究成果の概要（和文）：河川の生態環境を理解するための「ビデオ」、「シミュレーションソフトウェア」「ビジュアル資料」「レポートシステム」のモジュールより構成される国際ウェブ教材システムを17ヶ国語で構築し、グローバルな河川環境問題に対し、世界の子どもが科学的にそれを見つめ、考える授業実践を行った。その結果、学習者の種別や国によって相違が生じるものの、授業を通じて、本教材システムの目的を達成することが可能であることが示された。

研究成果の概要（英文）：We developed a web based international educational system in 17 languages for understanding river environment and enhancing thought of improvement it. The system was composed of 4 modules featuring simulation software “SimRiver”. Assessment of the system in 6 language areas showed that achievement of our goal is quite possible through the lesson using the system with more or less difference of attainment.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2011年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：生物教育

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学・

キーワード：教材情報システム、環境教育、生物教育、珪藻、河川生態、国際理解

1. 研究開始当初の背景

水環境問題は国連ミレニアム開発目標（MDGs）の一つとして掲げられているように、今世紀、世界の協力によって解決しなければならない問題であり、日本はこの分野において MDGs 達成のためのイニシアチブをとることを表明している（外務省、ホームページ）。その指標の一つとして、浄化された水源を継続して利用できる人口の割合（都市部及び農村部）が示されているが、この達成は、単に浄化システムを建設すれば解決する

事柄ではなく、教育において各国の国民の水環境への意識を向上させることも不可欠な要件である。

今日の日本は、かつて公害と呼ばれた深刻な河川環境の状態をある程度克服した経験があるが、世界には未だ深刻な河川環境にある様々な国が存在する。また、日本では、それが良好になったといっても、依然改善すべき余地も多々存在している。

2. 研究の目的

河川の生態環境を理解するための国際ウェブ教材システムを構築し、グローバルな水環境問題に対し、世界の子どもが科学的にそれを見つめ、考える教育プログラムを開発する。

3. 研究の方法

水問題として特に衛生で安全な水に的を絞り、人間活動と水環境の関係を河川に普遍的に生育する微小生物の珪藻との関わりから理解を図る。

このため、従来開発してきた、河川周辺の人間活動と、河川水質の関係を、指標生物である珪藻群集から理解するシミュレーションソフトウェア“SimRiver”を中核とした IT 教材群を発展させ、多言語による国際ウェブ教材システムを作成する。ここでは、従来 Basic 言語で書かれていた“SimRiver”を Java Script で作成しブラウザ上で可動させるほか、富栄養化に対応する新たな“SimRiver”も作成する。また、従来作成してきたビデオ教材の多言語化し、さらに世界の河川環境状況、および水の使用と汚れを伝える視覚教材、学習語の感想や意見を世界で共有できるレポートシステムを多言語で開発する。そして、教材システムに基づく授業を実践し、その結果や感想をウェブ上にレポートしてもらおう。最後にこれらの結果を総合的に分析し教材の有効性を検証する。

4. 研究成果

当初の計画では 6 言語（日本語、英語、韓国語、ドイツ語、ポーランド語、ポルトガル語）による教材を作成する予定であったが、各国の研究者のボランティアな協力により、最終的には 16 言語による教材が作成された（日本語、英語、韓国語、中国語（簡体）、フィリピン語、タイ語、インドネシア語、タミル語、カンナダ語、マラティ語、ロシア語、ポーランド語、ドイツ語、フランス語、ポルトガル語、スペイン語）。なお、一部の言語の教材では、ビデオナレーションが、その言語に対応していないものもある。

(1)作成したウェブ教材「ケイソウプロジェクト(DiatomProject)」の言語選択ページ URL は <http://www.u-gakugei.ac.jp/~diatom/> であり、このページから各言語のページへとリンクがなされている。

各言語共通のコンテンツページは以下の通りである。

- ①トップページ：コンテンツの総合的紹介。
- ②SimRiver のページ：シミュレーションソフトのメインサイトと 3 つのミラーサイトへのリンク、およびダウンロード版ファイルへのリンクなどからなる。
- ③ビデオ：3 本のビデオよりなる。part 1.

珪藻の基礎知識と採集方法の紹介、part 2. 試料作成方法の紹介、part 3. 珪藻の観察と環境との関係の紹介。いずれも 5 分程度のもので、授業で利用しやすいようにした。

④汚れた川・きれいな川：日本のかつての汚濁した河川および、現在の中国、フィリピン、タイ、インド、ブラジルの汚濁河川の状況を伝えるスライドショーで、picasa を利用して作成しているため、全画面でのスライドショーが可能である。また、全ての写真を pdf でダウンロードすることも可能とした。また、日本の清冽な河川の写真、ならびに、日本、米国、タイ、ロシアの家庭での水の使用割合および排水中に含まれる BOD 量を示すグラフを掲載した。

⑤実践レポート：学習語に感想や意見を報告するフォームと、それを一覧表示するリストを google document を利用して作成した。また、google 翻訳を組み込み、非本国語で投稿されたレポートを本国語に自動翻訳できるようにした。

⑥その他：プロジェクト紹介のページおよび問い合わせのページを用意した。

(2)SimRiver

従来は Visual Basic で作成していたものを Java Script と html で作成した。これにより、Mac でも使用が可能となった。また、windows PC の場合、言語の異なる OS 上で配布ソフトを製作する必要がなくなり、かつ、OS のバージョンアップに伴う配布ソフトの作り直しが不必要となった。

Java Script 化に伴い、従来の問題点を大幅に改良した。以下、主な追加と修正点である：学習方法解説ページ、低速インターネット回線対応モード、自動計算モード、作業内容確認ページ、正解マーク自動消去機能、異種珪藻選択警告機能、全問正解告知機能、種数計数ページおよび誤解にたいする警告機能、識別珪藻群グラフおよび説明ページ、計算補助機能付き汚濁指数算出ページ、汚濁指数開設ページ、3 種類の自動生成ワークシートページ、グループ学習用ワークシートデータ追加機能および誤入力警告機能。

(3)授業実践

日本での授業は理系と非理系の大学生、小中学校教員および中学生を対象に本教材システムを用いた授業を行い、授業前と授業後に調査を行った。調査対象は延べ 1051 人であった。また、韓国(n=)、タイ(n=199)、インド(カンナダ語圏)(n=58)において中学生を対象に、さらに、インドネシア(n=92)、インド(マラティ語圏)(n=92)において理系大学生およびカレッジの教員を対象に授業を実践し、事前事後における調査を行った。

(4) レポートシステム

2010 年秋から運用を開始し、研究年度末までに 200 のレポートが 8 ヶ国(日本、米国、タイ、韓国、インドネシア、中国、ポーランド、ロシア)から投稿された。職種は大学生が最も多く、次いで教員、中学生であった。

(5) 評価

① レポートシステムに投稿された意見や感想は日本からのものが 156 で最も多かった。これらのレポート文で「珪藻」という語を含む文(n=140)の内容を分析した(図 1)。最も多いものが、「理解」に関するもので、「人間活動と河川水質の関係が珪藻からわかった」などという、関係についてわかったものである。ついで多かったものは、「珪藻は水質が変わると、種類が変わることを知った」という、知的情報を得たとするものである。それ

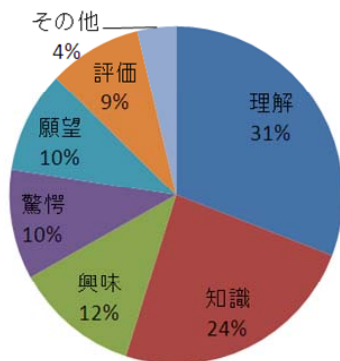


図 1. 「珪藻」を含む文の内容

以降は、珪藻について興味・関心を抱いたというもの(興味)、珪藻に関して驚きを覚えたもの(驚愕)、珪藻を実際に採集観察したい(願望)、珪藻を使ったシミュレーションは役に立つ(評価)となった。

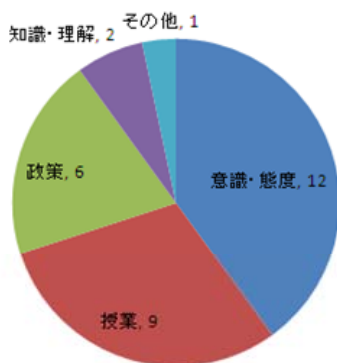


図 2. 教員が記述した「必要」を含む文の内容

② 教員から寄せられたレポートには「必要」の語が目立って書かれており、これらの文の内容を解析すると、自らの環境「意識」や「態度」を改めることの必要性を記述したものが最も多く、次いでこの教材を知る前は

採集や観察で多くの時間が必要だったことを記述したものが多い(図 2)。「政策」は環境改善へ向けての政策の必要性が記述されていた文である。

③ 授業においては、ウェブ教材の使用前後に、「あなたは川についてどんなことを考えていますか」という同じ質問により調査をおこなった。自由記述による回答文を形態素解析し、ついで対応分析を行った。

指導法は 2 通り用意した。1 つ目(旧指導法)は授業開始後、ビデオによる珪藻と環境の解説を行い、過去の日本の汚濁河川のライドショーを見せ、その後、SimRiver を用いた学習を行うもの。2 つ目(新指導法)はビデオによる解説後、過去の日本と、現在の海外の国の汚濁河川のライドショーをみせ、ついで、家庭における水の使い方と排水中の BOD を示すグラフを見せた後に、SimRiver を用いた学習を行うものである。

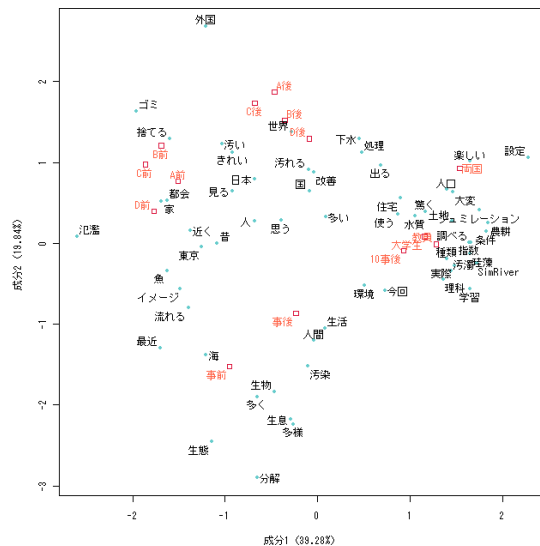


図 3. 新旧指導法による授業前後における学習者グループと使用言語の対応分析の結果

その結果、旧・新指導法共に、学習グループの使用する語に変化が見られた(図 3)。旧指導法では学習後に用いられた語は、非理系大学生(大学)、理系大学生(10 事後)、教員(教員)では大変類似しており、その内容は SimRiver の学習が良く反映されているとおもわれるのであった。中学生(両国)も学習後の成分 1 においては大学生や教員とほぼ同様の位置にあり、SimRiver の学習影響が現れた結果となった。ただし、用いられている語は、より容易な表現のものとなっていた。

新指導法でも中学生は容易な表現の語を用いており(A 前、B 前、C 前、D 前)、これは事後も同様であった(A 後、b 後、C 語、D 語)。

Jaccard 係数によるグループを特徴付ける語を図 4 に示した。

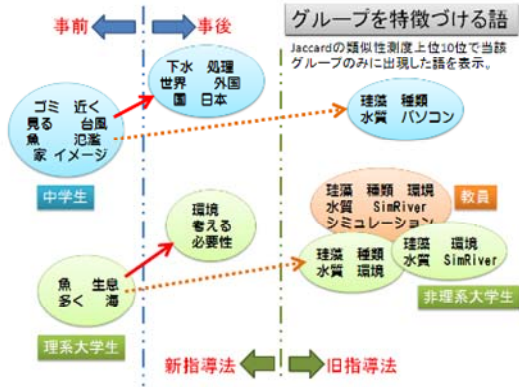


図 4. 2つの指導法による学習グループの事業前後の使用言語の変容

④ 6 言語（日本語、韓国語、タイ語、インドネシア語、タミル語、マラティ語）で行われた授業について、同様の形態素解析と対応分析を行った。全ての回答は、それぞれの言語で記述されていたが、解析に先立って、それらを全て英語に翻訳後、解析を行った。

事前、事後共に日本語と韓国語のグループは類似した傾向を示した(図 5, 6)。いずれも、学習前は自然や生き物について多くの生徒が記述をしており、事後は環境改善や国際意識に関する記述傾向が増大していた。国際意識は、自国と他国とを比較し意識することで、何らかの改善行動（例えば、技術援助とか国際協力など）につながる性格のものであるため、環境改善と同じ方向に付置されるのであろう。また、両国の生徒にとって、今日、深刻な状況のどぶ川が身近な存在ではないが、この共通状況およびそれを生み出した背景が類似した結果を生じた可能性が考えられる。

タイ語グループは日本語、韓国語に近い布置パターンを示した。ただ、全体的に珪藻や SimRiver の方向へシフトしており、この点において、他 3 言語にやや類似しているようにも見える。全体として、日韓と他 3 言語の中間型と捉えることができる。このグループでは授業前後であまり変化しない生徒がかなりいるのが特徴的であった。事前、事後とも人為影響に関する語が多く記述されていることが特徴であるが、これは、現在でも、どぶ川が存在することを反映しているように思われる。また、川の生き物や、自然、川に関する娯楽の語が布置される領域に、学習者のドットがなく、このことも、今日の河川の汚濁状況を反映していると思われる。その一方で、2 軸のマイナス側にグループの範囲が広がり、改善の意識を持っていることも明らかになった。今日、タイは浄化槽普及を積極的に行っており、このことを結果は反映しているのかもしれない。

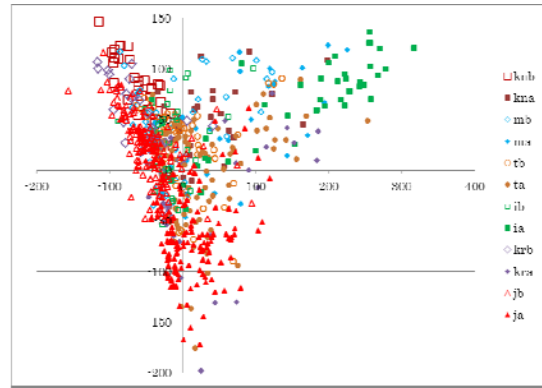


図 5. 6 言語グループの授業事前後における対応分析の結果

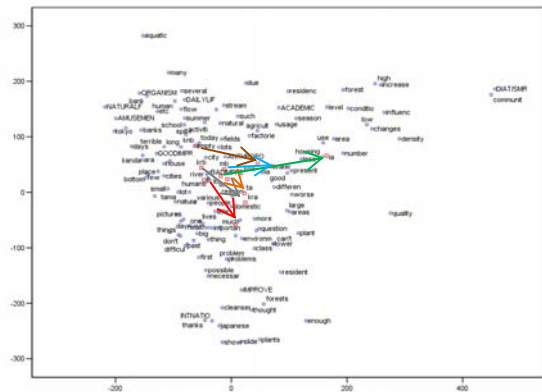


図 6. 英語に翻訳した 6 言語の対応分析スコアの布置図。矢印は 6 言語グループの授業前後における重心の異動を示す。

カンナダ語、マラティ語、インドネシア語は、カンナダの授業前を除き、類似した結果を示した。マラティ語とインドネシア語の学習者は、カレッジの教員と大学生であり、珪藻や SimRiver 関係の語を多く使用していた。両グループとも大人であるため傾向が類似したとも考えられるが、中学生のカンナダ語グループも、事後はマラティ語、インドネシア語と類似した分布を示していた。いずれも、川に対する悪い印象は持っているが、改善に関する語があまり述べられていなかった。カンナダ語の中学生は「飲み水」、「洗濯」といった生活に関する語を頻繁に使用し、さらに、生物名が多いことが特徴的であった。また、カンナダとマラティ語グループでは、寺や神様のことが、しばしば書かれ、河川に対する地域文化が反映されていた。

インドネシア語グループでは、珪藻・SimRiver やアカデミック語に明瞭に方向付けられていたが、これは水圏微生物の講義・実習の授業の中で、本教材を用いた授業が実施されたことと関係があるように思われる。

(6)まとめ

学習者の種別や国によって相違が生じるものの、授業を通じて、本教材システムの目的を達成することが可能であることが示された。今後は、教授法の改善により、より多くのケースにおいて目的が達成されるよう、研究を進める必要があると考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計6件)

- ① Mayama, S., Katoh, K., Omori, H., Seino, S., Osaki, H., Julius, M., Lee, J.H., Cheong, C., Lobo, E.A., Witkowski, A., Srivibool, R., Muangphra, P., Jahn, R., Kulikovskiy, M., Hamilton, P.B., Gao, Y.H., & Ector, L. 2011. Progress toward the construction of an international web-based educational system featuring improved "SimRiver" for understanding of river environments. *Asian Journal of Biology Education* 5: 2-14. 査読有り
- ② Lee, J.H., Cheong, C., Kwon, N.J., Kim, Y.J., Park, H.G., Mayama, S., Katoh, K. and Omori, H. 2011. Trial of educational computer simulation software 'SimRiver' for assessment of river water quality for environmental education in schools. *Environmental Education (Korea)* 24: 40-48. 査読有り
- ③ Hoffer, J., Mayama, S., Lingle, K., Conroy, K., & Julius, M. 2011. SimRiver, environmental modeling software for the science classroom. *Science Scope* 34(5): 29-33. 査読有り
- ④ Lobo E. A., Wetzel, C. E., Ector, L., Katoh, K., Blanco, S. & Mayama, S. 2010. Response of epilithic diatom communities to environmental gradients in subtropical temperate Brazilian rivers. *Limnetica* 29: 323-340. 査読有り
- ⑤ Watanabe, T., Kodama, Y. & Mayama, S. 2010. Application of a novel cleaning method using low-temperature plasma on tidal flat diatoms with heterovalvy or delicate frustule structure. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 159: 3-12. 査読有り
- ⑥ 真山茂樹・渡辺 剛・加藤和弘・大森 宏.

2009. 高等教育における生物多様性学習のためのデータリソースとしての SimRiver の活用. *環境教育学研究* 18: 23-37. 査読なし

[学会発表] (計10件)

- ① 真山茂樹: International web-based educational system featuring diatoms for understanding of the river environment. 資源及生態学知名学者講座系列之三十九、2011年6月19日、厦門大学(アモイ、中国)
- ② Lee, J.H., Cheong, C., Mayama, S., Katoh, K. and Omori H.: Use of SimRiver, river water quality simulation program using diatoms in environmental education in school. 第25回韓国藻類学会学術発表大会、2011年4月21日、成均館大學(ソウル、韓国)
- ③ 真山茂樹・村上潤・大森宏・加藤和弘・清野聡子: ケイソウプロジェクト: 河川環境の学習を通じて国際理解を育むための教育的挑戦、2011年1月9日 日本生物教育学会第90回全国大会、埼玉大学(埼玉県)
- ④ Mayama, S., Ohmori, H., Katoh, K., Seino, S., Osaki, H., Lee, J.H., Cheong, C., Julius, M., Lobo, E.A., Witkowski, A., Muangphra, P., Srivibool, R., Jahn, R., Hamilton, P.B., Lavoie, I., Kulikovskiy, M. and Gao, Y.H.: Web-based educational system featuring SimRiver software for encouraging international understanding of river environment. 2010年10月18日 The 23rd Biennial Conference of the Asian Association for Biology (National Institute of Education, Nanyang Technological University, Singapore)
- ⑤ Mayama, S.: International Web-based Educational System for Understanding of the River Environment. 2010年9月25日 第5回東アジア教員養成コンソーシアムシンポジウム、北京師範大学(北京、中国)
- ⑥ Mayama, S., Lee, J.H. and Cheong, C.: 河川生態のコンピュータのプログラムを利用した環境教育・珪藻を利用した河川水質のコンピュータシミュレーションプログラム SimRiver の活用、2010年8月12日、2010年 環境教育指導者コース職務研修、大邱大学(テグ、韓国)
- ⑦ 真山茂樹: 珪藻を用いた国際ウェブ教材システムの開発、2010年5月8日 日本珪藻学会第31回大会、東京学芸大学(東京都)

⑧ 真山茂樹・村上潤・大森宏・加藤和弘・清野聡子：日本の過去の経験を活用し時空を越えて自然と人間のかかわり方の理解を深める"SimRiver"を用いた授業の実践、2010年1月9日 日本生物教育学会第88回全国大会、東北工業大学（宮城県）

⑨ Kulikovskiy, M, Mayama, S., Katoh, K., Ohmori, H., Seino, S., Osaki, H., Julius, M., Lee, J-H., Cheong, C., Lobo, E.A., Witkowski, A., Srivibool, R., Muangphra, P. and Jahn, R.: SimRiver -Modern simulation program that shows the relationship between environmental conditions in ponds and diatoms. 2009年10月8日、National Scientific and Practical Conference - Alage: The Problems of Taxonomy, Ecology and Use in Monitoring, Syktyvkar (Russia)

⑩ Julius, M., Mayama, S., Katoh, K., Ohmori, H., Seino, S., Osaki, H., Hoffer, J., Lingle, K., Conroy, K., Lee, J-H., Cheong, C., Lobo, E.A., Witkowski, A., Srivibool, R., Muangphra, P., Jahn, R. and Kulikovskiy, M.: SimRiver an international educational tool expanding understanding of aquatic ecosystems and enhancing appreciation of diatoms. 2009年9月26日、20th North American Diatom Symposium, Iowa Lakeside Lab (U.S.A)

〔図書〕（計1件）

真山茂樹、(株) エヌ・ティー・エス、環境指数藻類・2 珪藻類、渡邊信監修、藻類ハンドブック、2012、印刷中

〔その他〕

ホームページ等

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

6. 研究組織

(1) 研究代表者

東京学芸大学・教育学部・教授
真山 茂樹 (MAYAMA SHIGEKI)
研究者番号：40199914

(2) 研究分担者

加藤 和弘 (KATO KAZUHIRO)
東京大学・農学生命科学研究科・准教授
研究者番号：60242161

大森 宏 (OMORI HIROSHI)
東京大学・農業生命科学研究科・助教
研究者番号：10282691

清野 聡子 (SEINO SATOKO)

九州大学・大学院工学研究院・准教授
研究者番号：80251320

(3) 連携研究者
(無し)