東京学芸大学環境教育研究センター　研究報告
環境教育学研究　第25号：39-52（2016）

原著論文

中学校理科で「川と共存するまち」を創造する
ー 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ー

村上 潤[*1]・真山 茂樹[*2]
東京学芸大学附属小金井中学校[*1]　東京学芸大学生命科学分野[*2]

Creation of "A Town Coexisted with River" in Junior High School Science: Environmental Simulation with a Story using "SimRiver" Software.

Jun MURAKAMI[*1] and Shigeki MAYANA[*2]

Koganei Junior High School Attached to Tokyo Gakugei University[*1]
Department of Biology, Tokyo Gakugei University[*2]

SimRiver is a web-based educational simulator for understanding relationship between human activities and river water quality using diatoms as bio-indicator. We developed a lesson plan with an active learning process using SimRiver in Junior High School Science. In a class activity, students made groups composed of 4 members and created a town with various environments along a river stretch of "SimRiver" as a "mayor". Students discussed town plan under restricted town budget. Lastly they simulated water quality at the downstream of the river using SimRiver software. We had questionnaire surveys before and after the lesson to assess the effect of the lesson. The results of the analyses indicated that student's awareness of the river environment were promoted, human life in the created town could coexist with the river, and students could think what they could do for environment conservation.

Key Words: active learning, environmental education, river environment, simulation, town creation

Ⅰ．はじめに

中学校の生徒たちは、小学校入学以来、理科は勿論のこと、その他の教科においても「河川の環境」についての学習を積み重ねてきている。例えば、社会科では、小学校の第3・4学年において、「地域の人々の生活にとって必要な飲料水、電気、ガスの確保や廃棄物の処理について」の学習を行う。この学習の中で、「ダム、貯水池、浄水場、下水処理場」などの施設を見学する機会を得ることができる。そして第5学年では、「公害」や「自然災害」の学習を通して「河川の環境」についての考察を行う。これらの学習を踏まえて、中学校の社会科では、「世界や日本の地域的特色や環境問題・環境保全」について学習する。一方、家庭科では、小学校から中学校まで一貫して「身近な消費生活と環境」という学習内容が設定されており、「環境に配慮した消費生活の工夫と実践」について扱う。具体的には、「家庭からの排水」などの事例に基づいて「河川を含めた地域の環境」について考察するような授業が実践できる。

しかし、近隣に川がない学校では、河川の環境の学習は、教室内で様々な資料を活用して行わざるを得ないのが実状である。このような状況の中、SimRiverは「河川の環境を自由に設定してシュミレーションする」ことにより、人間活動と河川環境の関係をミクロの生物である珪藻を通して理解することを目的として作られたソフトウェアである（加藤ほか 2004）。SimRiverの開発当初、それを用いた学習は中学生や高校生に有効であることが示された一方で、半数近くの生徒の興味や意識は、環境よりもソフトウェア自身に向けられてしまう問題が生じていた（真山ほか 2008、中村ほか 2008）。これに対しては、河川環境を示すビデオや写真よりなるウェブ教材“ケイソウプロジェクト”を開発し、それらを併用する指導案を用いることで改善が図られた。その結果、「河川の環境を自由に設定してシュミレーションできる」という機能を備えたSimRiverは、科学的な思考活動をより活性化させることに対して有効な教材であることが示された（Mayama et al. 2011）。そこで用いられた授業案の骨子は、川の水が「きれい」、「汚い」という表現は往々にして主観的な表現であり、客観的に（すなわち科学的に）判断する方法として生物指標を用いる方法をシミュレーションしてみるというもので、具体的には以下のような授業の流れであった。

i）【教師】1960年代～80年代初期のひどく汚濁した多摩川の写真を見せる →【生徒】「汚い」と答える。

ii)【教師】現在の多摩川の写真（東京都府中市で撮影）を見せる →【生徒】「きれい」と答える。

iii)【教師】「それでは、この水をコップに汲んだら、あなたは飲めますか？」→【生徒】「飲めない」と答える。

iv)【教師】「先ほど、きれいと答えたのに、なぜ飲めないのか？」→【生徒】「汚いから」、「バイ菌とかがいるから」など答える。

こうして「きれい」「汚い」という言葉の矛盾点を突くことで、生徒に問題意識を持たせた後に、SimRiverを用いて、自分たちで河川周辺環境を創造し、環境によって変化する河川水質を指標生物（珪藻）により理解するというものであった。

SimRiver自身は学習指導案を伴わないシミュレーションソフトウェア教材である。その使い方は自由度が高く、様々な場面で異なる指導案による使用が可能である。真山ほか（2009）は高等教育の生態学の演習における、多変量解析のためのデータリソースとしてのSimRiverの利用について報告した。また小境・真山（2015）は高校生物の授業で、2枚の珪藻のプレパラート（それぞれ1983年、2014年に作られたものだが、生徒に採集年は教えない）、映像教材とSimRiverを用い、過去と現在のCOD値になるようSimRiverの環境を設定することで、最終的に2枚プレパラートのどちらが過去のものかを判定させた。そして、この過程を通して生徒に河川環境の変化の原因を具体的に考えさせ、環境の改善には長い期間が必要であることを実感を伴って理解させるという実践的研究を行っている。

Ⅱ．研究目的

近年「アクティブラーニング」などの新たな学習・指導法への期待が高まってきているが（中央教育審議会 2014a）、本研究では、SimRiverを活用したアクティブラーニングを取り入れた中学生用の学習指導案を作成して授業を行い、その効果を検証することを目的とした。2時間の授業を通して、生徒たちは「SimRiverにおいて創造した『まち』の首長」となり、「どのような『まち』をつくるか」について4人ずつの班ごとに話し合いをした。その際には、「上流は農耕地で人口100名」というような機械的な条件設定に留まるのではなく、「上流には観光農園をつくり、観光客を招く」などの具体的な「まちの姿」を考えさせた。このように目に見える社会のストーリーを作ることにより、「私たちのまちを創造する」という意識が高まり、「学修者

の能動的な学修への参加（中央教育審議会 2014b)」が成立するようにした。更に、「まちの財政は厳しい」という条件を付加することで、より具体的な内容の話し合いが成立すると共に、社会科などの他教科と融合した学習の可能性を視野に入れた。

Ⅲ．生徒のようす

今回のSimRiverを活用した授業は、東京学芸大学附属小金井中学校第3学年の4学級、計160名（男子80名、女子80名）を対象として行った。2時間分の授業を、2015年2月の下旬に行った。国立・私立高校の入学試験は既に終わり、都立高校の入学検査が翌週に行われる時期であった。生徒たちは、これまでの学習成果を総動員して授業に臨むこととなった。

授業を受けた生徒たちは、電車やバスなどの公共交通機関を利用して通学する者が多い。通学経路の途中で「川を渡る」機会がある生徒は65名（調査人数142名）おり、3年生全体の半数近く（46%）を占める。また、毎年、第2学年を対象とする宿泊行事として、埼玉県秩父・長瀞地方において地質野外実習（2泊3日）を実施している。生徒たちは、荒川の川原で岩石採集や地層の観察を行う。さらに、ライン下りの船に乗り、川の流れや両岸の観察も行う。これらの実体験を通して、川の特徴を具体的に学ぶことはできている。

Ⅳ．指導の実際

授業は単元「自然と人間」の中で実施するものとした。作成した学習指導案は下記の通りである。

１．対　　象　第3学年A組～D組

２．授業教室　技術第2教室（パソコン教室であり、各自が個別のパソコンを使用できる。）

３．小単元名　人間と環境

４．小単元の目標　省略

５．小単元設定の理由　省略

６．小単元の指導計画

［単元名］自然と人間　　［小単元名］2章「人間と環境」

1）自然環境における人間とは　1時間

2）私たちの生活は自然環境にどのような影響を与えてきたのか　4時間（本時はその3・4時間目）

７．本時の目標（２時間分）

＊SimRiverを活用して「人間と川が共存するまち（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。

８．本時の展開

本時の授業展開を表1に示した。

授業展開における補足事項および留意点を下記に示す。

１）川についての意識調査

1時間目の授業の最初と、2時間目の授業の最後に、以下に示した同一の質問文による川についての意識調査を行った。

> 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。更に、書いた考えの中から「キーワード」を３つ以内で選び、下に書きなさい。キーワードは、１つか２つでも構いません。

生徒たちには「テストにおいて文章で答える場合やレポートを書く際には、その内容を表すキーワードを明らかにすることが大切である」と指導してきた。それゆえ、今回の調査にもキーワードを書く欄を設けた。数名ではあるが、キーワードを先に書いてから文章にまとめる生徒もいた。

２）班編成の仕方とSimRiverの起動の仕方

今回の学習内容は、生徒一人ひとりの自由な発想が活かせるものである。それゆえ、4人ずつで構成する班がどのようなメンバーであっても、班ごとの成果に大きな差異は生じないと判断した。そこで、班編成は、パソコン教室の通常の指定座席（名列番号順）に基づくものとした。

SimRiverの起動は、2時間ともパソコンの検索システムでSimRiverを呼び出して行わせた。事前にインストールしておき、ワンクリックで起動させれば、時間短縮にも繋がるが、自宅のパソコンなどでもSimRiverを体験させることを意図したので、敢えて「ゼロからのスタート」とした。授業の結果、パソコン操作が不慣れな生徒

表１．本時の展開

時間（分）	指　導　過　程	予想される生徒の活動	指導上の留意点
2	＜１時間目＞ １．『川についての意識調査Ⅰ』を配布して記述させる。［課題提示］ ①登下校の途中で「川」を渡りますか。 ②あなたは「川」について、どのようなことを考えていますか。 ・キーワードも3つ以内で記述させる。	１＊自分の体験や考えを記述する。 ①「渡る」「渡らない」 ②「魚などの水中生物がいる」 「身近にある自然である」 「生活用水の水源となる」 「洪水などの災害が起こる」 「汚染されている」	１＊「授業前の意識」を各自で記述させるために、次のことに留意する。 ・川に関わる話題の提示はせず、授業開始後すぐに配布して記述させる。 ・お互いに相談はさせず、無言で記述させる。 ＊記述時間は8分間 ＊記述後、速やかに回収する。
10	２．SimRiverの操作法を説明する。 ＊説明用プリントを配布［説明］ ＊パワーポイントによる画像提示	２＊SimRiverの操作法を理解し、興味を抱く。	２＊インターネットを活用してSimRiverソフトを取り込み、使用条件を設定するまでの過程を、各画面を提示しながら説明する。 ＊説明を聞くことに集中させるために、まだパソコンは起動させない。
18	３．「環境設定」の具体例を2つ、パワーポイントで提示する。［説明］ ①上流・上中流・中流は山林・人口0人 中下流・下流は農耕地・人口10人 ②上流から下流まですべて住宅地・人口500人・下水処理場なし	３＊環境設定を変えることで、川の環境が大きく変化することに気づく。 ①汚濁指数が1.5未満で水質はきれいである。 ②水質がひどく汚れていて、ケイソウが生活できない。 ＊「水質階級」については「水質を調べるための指標生物」の学習において学んだ。	３＊限られた時間内で行わせるため、次のことに留意させる。 ・「レベル3」「自動計算モード」を選択する。 ・「季節は春」「採集場所は下流」とする。 ・個々の種名の確認はせずに、すぐ係数表に移行して「解答付き」を選択する。
	４．「下水処理場あり」を選択すると②の環境設定でもケイソウが生活できることを説明する。［説明］	４．「下水処理場は、川の水質を改善させるはたらきがある」ことを確認する。	４＊下水処理場については話だけに止め、生徒の作業時間を確保する。
25	５．＜SimRiverを使って「私たちのまち」をつくろう。＞［課題提示］ ＊市長のような「まちづくり」に関わる立場で、どのような提案をするか。 ＊「環境設定」だけではなく、具体的な事例を挙げさせる。 例）観光農園でまち興しに取り組む。	５＊「川がある地域」のようすを具体的に思い出し、自分たちの提案に活かす。 例）2年生の地質実習で訪問した秩父・長瀞は荒川流域にあり、観光業が盛んだった。	５＊「4人ずつの班」単位で取り組ませる。 ＊環境設定をまとめる『記録用紙』を配布する。 ＊「まちの財政が厳しいので、下水処理場は2カ所までしか設定できない」とする。 ・5カ所すべてに設定すると、どんな環境設定でもケイソウが生活できてしまう。 ・「経済面への意識」をもたせる。

時間（分）	指　導　過　程	予想される生徒の活動	指導上の留意点
30	6．「私たちのまち」の環境設定に取り組ませる。［指示］ ＊「川の環境を優先させると人の生活が成立しなくなる」「まちは人が豊かな生活を行えるところである」ことに気づかせる。 →「住める」と「生活できる」は違う。	6 ＊「人口が増えると川は汚れてしまうが、どうすれば共存できるか？」 ＊次のいずれかの手立てで取り組む。 ①「個々に行った環境設定の結果」を照らし合わせて、そこから「私たちのまち」を見出す。 ②「私たちのまちの具体的なようす」を決めてから、それを実現させるための環境設定を見つける。 例）「農業と観光を連携させたまちづくり」を行うための環境設定	6 ＊この時点でパソコンを起動させ、SimRiverを読み込ませる。 ＊SimRiverに慣れさせるために、初めは個人作業で自由に環境設定に取り組ませる。 ＊その後、班の中で環境設定についての分担を相談させる。左記の手立て①で取り組む班が多いと予想できる。 ＊「住める」と「生活できる」の違いに気づかせる。 ＊「作業は次時の半ばまで行う」ことを伝える。
45	7．SimRiverを終了させ、パソコンの電源を切らせる。［指示］	7 ＊作業を止め、電源を切る。	7 ＊この後の話し合いに集中させるために、パソコンは使用できないようにする。
	8．「次回の作業で取り組むこと」について、班ごとに確認させる。［指示］	8 ＊「お互いの環境設定の結果」を見せ合い、次回にどのような環境設定を追加するかについての相談を行う。	8 ＊本時の作業では「SimRiverに慣れる」ことを優先させてよい。
＊＊＊	＊＊＊＊＊＊＊＊＜2時間目＞＊＊＊＊＊＊＊	＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊	＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊
2	9．改めて「環境設定の方針」を確認させる。［指示］	9 ＊「人口を増やすか？川の環境を守ることを優先させるか？」の検討を行う。	9 ＊「方針」を検討する際に利用できる数値は、「人口と汚濁指数」であることに気付かせる。
5	10．SimRiverをパソコンに読み込ませて、設定作業を再開させる。［指示］ ＊作業時間は20分間	10＊班の中で分担した環境設定について、各自がシミュレーションを行い、結果を記録する。 →多くの班は、上記「6の①」の手立てで作業を行う。 →次のような「極端な設定」を行うことも多い。 ・5カ所すべて住宅地で人口10,000人 ・上流に住宅地、下流に山林	10＊机間巡視を行い、「各班の環境設定の方針」についての情報を集める。 ＊「具体的なまちのようす」を質問することで「人間の生活と自然との関わり」について意識させるようにする。 →汚濁指数を小さくすることだけをめざすような「数字だけの判断」で終わることがないようにする。 →実際にはあり得ないまちは想定させないようにする

時間（分）	指　導　過　程	予想される生徒の活動	指導上の留意点
25	11．「私たちのまち」の「環境設定」と「具体的なようす」を決定させる。［課題提示］	11＊次のいずれかの考え方で決定する班が多い。 ・川の環境を優先して（汚濁指数を小さくして）それに対応した「まちのようす」を決める。 ・汚濁指数はある一定の値の範囲内に収まるようにして「まちのようす」を決める。	11＊川の環境を優先する班には、「まちの住民の生活は豊かであるか」について着目させたいが、授業者から指摘するのではなく、生徒たちに気付かせたい。
	12．SimRiverを終了させて、パソコンの電源を切らせる。［指示］	12＊SimRiverを終了して、パソコンの電源を切る。	12＊この後に行う班の発表に集中させるためには、パソコンは使用できない方がよい。
30	13．いくつかの班に「私たちのまち」についての発表を行わせる。［指示］ ＊SimRiverの「環境設定」画面をスクリーンに映し、設定内容を入力する。 ＊「計数表」を映す。 ＊「具体的なようす」を発表させる。	13＊自分たちが考えた「私たちのまち」と比較しながら、他の班の発表を聞く。 ・「川の環境を保ちながら、うまく産業を発展させているな。」 ・「川の中の生物が生活できるぎりぎりの環境でのまちづくりを行っているんだな。」 ・「そのような極端な条件のまちは実際にはあるのかな？」	13＊時間が限られているので、発表する班は3つ程度とする。 ＊作業中の机間巡視で各班の話し合いのようすを確認し、発表させる班の選定を行う。 ・「発表を希望する班を優先」したいが、類似した環境設定の発表が続くことは避ける。
40	14．『川についての意識調査Ⅱ』を配布して記述させる。［課題提示］	14＊前時の『意識調査Ⅰ』での記述と比較したときに、「川の環境」への意識が高まったことが分かる記述を行う。	14＊『意識調査Ⅰ』と同じ設問の調査を行うことで「授業前と後での意識の変容」を調べる。 ＊時間に余裕がある場合には、何名かに記述内容を発表させる。
	15．『記録用紙』と『意識調査Ⅱ』を集める。［指示］	15＊班ごとにまとめて提出する。	15＊前時の集めた『意識調査Ⅰ』も併せて、記述内容を確認し、後日、生徒に返却する。
48	16．身の回りの自然に一層着目し、「自然環境を守るために自分は何ができるか」について考えることが大切であることを確認する。［説明］	16＊「自然環境を守るために自分は何ができるか」を考えることが大切であることを再認識する。	16＊授業者からの押し付けになってはいけない。「生徒が考えている」ことを具体的に言葉で表現して生徒たちに提示することが大切である。

は、周辺の得意な仲間に教わりながら起動することで、起動法を習得することができた。

３）環境設定時の条件の統一

SimRiverで行う環境設定は多様な組合せが可能であり、これは生徒にとって大きな魅力である。しかし、今回は2時間という限られた時間で授業を行うので、やむを得ず「季節は春、採集場所は下流、下水処理場は2か所まで」という条件を設定した。

４）生徒たちの思考活動を育てる指導

授業における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。その理由は、これらのことを生徒たちが学び合いの過程で気付くことに意味があると考えたためである。

９．本時の評価

生徒の到達目標として以下の2つを設定し、評価を行った。

＊班のメンバーでSimRiverを活用して「人間と川が共存するまち」を具体的に創造することができる。

＊「身の周りの川の環境を保つためには何をすべきか」について自分の考えをもち、班の中で話し合うことで、その考えをより高次なものにすることができる。

Ⅴ．指導の成果

１．「私たちのまち」の具体例

A組の8班は、次のような「私たちのまち」を創造した。

＊自然を残しつつも人口は2000人以上を保つ。

＊食料を自給するために農耕地を用意する。

＊避暑地として観光業も発展させ、中流に観光農園、下流にホテルなどの施設を充実させる。

表２．SimRiverにおける環境設定の例

流域	土地利用	人口	下水処理場
上流	山林	0人	なし
上中流	農耕地	20人	なし
中流	農耕地	100人	なし
中下流	住宅地	500人	あり
下流	住宅地	2000人	あり
下流の汚濁指数　1.9			

この「私たちのまち」を創造するための環境設定を表2に示した。

別の班は、汚濁指数をできるだけ小さくした環境設定の「まち」を創造した。彼らは「きれいな水を産業に活かすまちづくり」として「わさび栽培」や「川魚の養殖」による町興しを考えた。

2.「川についての意識」の変容

1）キーワード分析

本意識調査では、事前で142名、事後で151名の回答があった。調査項目の「キーワード欄」に書かれた言葉を4つに分類した。その項目とそれぞれの代表的な言葉、および4つの項目の割合を授業前（事前）と授業後（事後）についてまとめた結果を表3に示す。

表3．事前・事後調査で示されたキーワードの変化

分類項目	代表的な言葉	事前	事後
川の特徴	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	59%	26%
人間との関わり	生活の基礎，観光，経済発展，護岸工事，古代文明，水運	24%	17%
川の災害	災害，自然災害，氾濫、洪水，事故、危険	11%	2%
川の環境	環境，汚染，共存、水質，自浄作用、指標，汚濁指数，下水処理場	6%	55%

キーワード分析において特筆すべきことは、「『川の環境』に関わる言葉の割合が授業後に大きく増えた」ことである。このことから、SimRiverを活用することで「河川の環境についての意識を高める」という本時の目標は概ね達成できたと判断できる。

2）記述文分析

「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」に対する回答文を、計量テキスト分析用フリーソフトウェア“KH Coder”（樋口 2004）var. 2.beta.32cを用いて解析した。形態素分析の後、5回以上使用された名詞と形容動詞を用いて対応分析した結果の布置図を図1に示した。

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。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バラツキは、授業後では近接したものとなった。

前述したように、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。

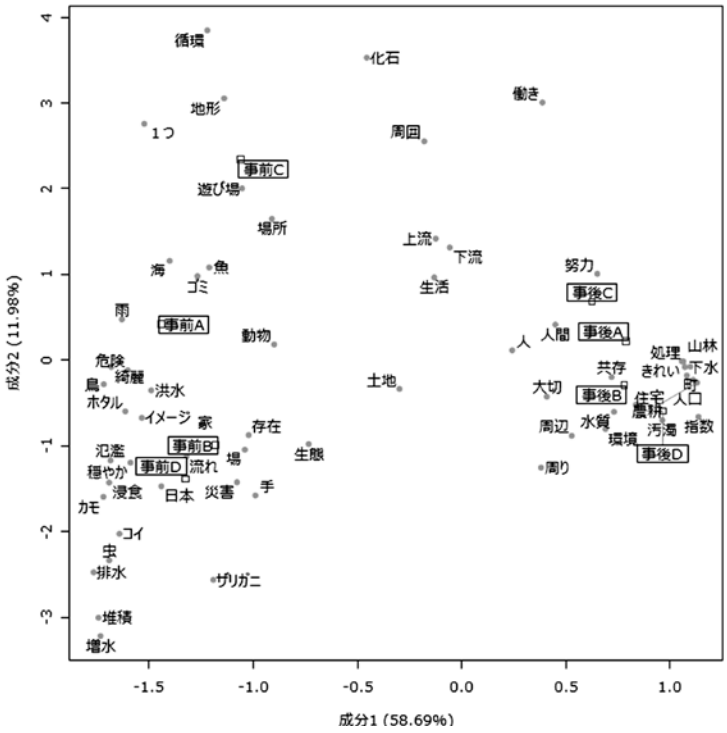

図1．事前・事後調査において4つのクラス（A～D組）で使用された言葉の対応分析（差異が顕著な上位80語を表示）

本時の目標では「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も挙げていた。この目標については、具体的な記述をした生徒と抽象的な記述をした生徒がいたが、ここでは前者について2名の授業前と後の記述を以下に例示する。このうちC組男子は、授業前には「川の特徴・災害」のこと、授業後には「川の環境」のことを記述した。このように授業後に初めて「川の環境」に着目した記述をする生徒は多かった。2人目のB組男子は、授業前から「川の環境」について記述し、授業後に更に具体的な取り組みについて加えている。人数は少ないが、このように初めから川の環境に着目した生徒も見られた。

◆C組男子

［授業前］川は、市や県の境にある地理的な目印であり、さらには、周辺の住民の生活用水の水源の１つとなる必需品である。川があることによって、すぐそばに河原ができ、人々の憩いの場ともなっている。しかしながら、台風や局地的大雨に伴う水害によって、川の水位が上昇し、土石流が起こる危険な場所でもある。

キーワード；生活用水、地理的な目印、水害

［授業後］人間生活や産業と密接につながっている。川があることによって、暮らす人々は「自然」についての意識を高め、「環境」についてきちんと考えるいい機会となる。川に棲息している生き物が人間活動によって死んでしまうことは、住む人々にとって重大な問題点である。川を守ることは、私たち人間を守るということでもあり、自分が安全・安心な生活を送りたいなら、川の環境を大切にしなくてはいけない。　キーワード；自然環境、人間活動

◆B組男子

［授業前］川は人の手によって人工的に整備されているものが多い。これまで見てきた川の殆どがコンクリートによって整っていた。また、人の手が、結果的に良い環境を作ることもあるし、悪い影響を及ぼすこともある。人の手によってきれいになる川もあるし、廃棄物で汚くなることもある。川は、周りの生態系にも影響するので、きれいにしなければいけない。キーワード；人工的、環境、生態系

［授業後］川の管理には、主に２種類ある。１つは、川をその形のままいかに人手を加えずして良い環境を保つか。もう１つは、いかに人工的な工夫を行うかで川の環境を整えることである。どちらにしたとしても、川と人間とが共生する事には変わらない。それは、昔から今になるまでの永遠の課題であるに違いない。キーワード；人間と共生、人工的な工夫、自然

Ⅵ. 今後の課題

今回の授業を通して、SimRiverを活用したアクティブラーニングを取り入れた学習が「人間と自然環境との動的関係の科学的理解と思考力を養う」ことに有効であることが確証された。今後は、同一の小単元における指導事例を重ねるとともに、他の単元における指導法の開発にも取り組みたい。一方、SimRiverがモジュールとして組み込まれている“ケイソウプロジェクト”ウェブ教材（Mayama et al. 2011）は、現在25言語で運用され、国際的な利用と河川環境について学習者間のコミュニケーションを促進する仕組みをもつものである（http://www.u-gakugei.ac.jp/~diatom/japan/index.html）。しかしながら、本時では「国際的な視点」を生徒に持たせることは達成できていない。今後は、社会科などと連携して各国の自然環境について分析することを授業に取り入れたい。更には、今回の「SimRiverを活用した『私たちのまち』づくり」の授業を外国の中学生と共同で行うことを理想としている。それぞれの国ごとに「環境の特徴」があるので、お互いの「私たちのまち」を比較することで、「国の現状」を理解し合うことができると考えている。

引用文献

中央教育審議会，2014a,『初等中等教育における教育課程の基準等の在り方について（諮問）』, 文部科学省ホームページ http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1353440.htm（2015年8月29日確認）

中央教育審議会，2014b,『新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて～生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ～（答申）用語集』, 文部科学省ホームページ http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/__icsFiles/afieldfile/2012/10/04/1325048_1.pdf（2015年8月29日確認）

樋口耕一，2004,「テキスト型データの計量的分析―2つのアプローチの峻別と統合―」,『理論と方法』, 19(1): 101-115.

加藤和弘・真山茂樹・大森宏・清野聡子，2004,「珪藻による河川の水質判定シミュレーターSimRiverの作成」,『日本教育工学会論文誌』, 28: 217-226.

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.

真山茂樹・加藤和弘・大森宏・清野聡子・国府田かおり・押方和宏，2008，「珪藻による河川の水質判定シミュレータ “SimRiver” の試用と評価」，『生物教育』，48: 10-20.

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 an improved “SimRiver” for the understanding of river environments, *Asian Journal of Biology Education*, 5, 2-14.

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.

中村美穂・真山茂樹・加藤和弘，2008，「中学生の河川環境に対する意識を高めるための授業プログラム研究－SimRiverを組み込んだ環境教育の実践－」，『環境教育学研究』，17: 61-78.