

# 国際的な通用性と実社会との関連を重視する環境教育の実践的研究

◎真山 茂樹	(東京学芸大学広域自然科学講座生命科学分野)
フェルジャニ・アリ	(東京学芸大学広域自然科学講座生命科学分野)
吉富 友恭	(東京学芸大学環境教育研究センター)
○村上 潤	(東京学芸大学附属小金井中学校)
小境 久美子	(東京学芸大学附属高等学校)
赤羽 寿夫	(東京学芸大学附属国際中等学校)

代表者連絡先 : mayama@u-gakugei.ac.jp

【キーワード】 人間生活、自然環境、科学的思考、シミュレーター、理科教育、環境教育

## 1 はじめに

理科教育における国際的な通用性、実社会との関連性、および環境学習の充実は、現行の学習指導要領で改善が要求されている緊急かつ重要な課題である。環境の大切さは、万人が認識していることであるが、その一方で環境の捉え方は千差万別である。これは人間にとっての快適さからの視点と、生態環境の健全さからの視点とは必ずしも一致しない上、人間にとっての快適さは個人の情緒によって大きく異なるためである。環境における情緒的判断は人間の感性を大切にするうえで必要である一方、理科教育の観点から言えば、環境を科学的根拠に基づいて客観的に判断し意志決定をすることも重要である。従来の中学校理科、高等学校生物の教育では、生徒が身近な自然環境を物理化学的あるいは生物学的に調査する方法が示され、生徒は学外へ出向いて当該自然環境を調査することが行われてきた。これらの教育では、生徒は調査方法を学び、調査時点における自然環境の状態を知ることができるが、真の意味での人間と自然環境の関係を理解することは困難であった。本来の学習目標は、現状を知ることではなく、自然環境に対して外界からどのような作用があれば（多くの場合人為的作用）、どのように変化するかを比較することで、両者の関係を理解することにある。しかし、環境の変化を短時間で実験的に捉えることは難しい。ましてや、グローバルスケールの環境変化を理解することは通常の授業方法では困難である。この理科教育における現実と理想の乖離を埋めることができれば、日本の環境教育は大きな飛躍を遂げることができるうえ、環境先進国として国際社会への貢献も可能となる。本研究はその先導的役割を果たすものとして設定された。

## 2 本プロジェクトの目的

本研究ではプロジェクトリーダーが 25 言語で展開する河川環境学習における国際 web 教材システム“ケイソウプロジェクト”を活用し、①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、及び、②国際的な視点から、科学的根拠に基づく賢明な意思決定ができる力を育成することを目的とし、従来の教材に新機能と新プログラムを加え、ユーザービリティと学習内容の強化を図るとともに、附属学校と大学において、新教材を使用した有効な教授法を開発し、実践的な研究を行うことを目的とした。

## 3 本プロジェクトの実施

### 3.1. 中学校および高等学校理科で育むべき「理科の力」の抽出と整理

教材開発および教授法開発に先立ち、学習指導要領や各社教科書等から整理した理論的基盤は以下のようであった。

学習指導要領に掲げられている「自然の事物・現象に対する関心や探究心を高める」ためには知的好奇心・探究心をもって自然に親しむことが有効である。この目標に対して、環境学習は身近な自然を継続的に観察するため、問題の発見が容易である。また、身近であるがゆえ、生徒の主体的な解決意欲につなげることができる。

「目的意識をもって観察・実験などを行う」ためには、探究的な学習活動の充実が必要である。観察、実験後、レポートの作成、論述など、知識・技能の活用を図る学習活動を通じ、結果を分析し解釈して自らの考えを導き出し、それらを表現する結果を整理し考察することで、思考力・判断力・表現力等の育成につなげることができる。また、この活動を通じて、文化や風習が異なる地域や国との共存をはかり、増大する国際協力の必要性に対処できる国際的センスを養うことが可能である。

### 3.2. 国内外の資料に基づく自然環境と実社会・実生活との関わりを結びつける教材の開発

“SimRiver”は研究代表者が開発してきた、人間活動～河川水質～珪藻群集の関係を理解することを目的として作成されたウェブ上に展開するグラフィカルなソフトウェアである。河川周辺的环境条件を様々に変化させることで河川水質の変化がミクロの生物である珪藻を通じて理解することができる。本ソフトウェアは単独で使用するよりも、汚濁した河川の写真教材と組み合わせて使用することで、学習者の理解と環境に対する態度や国際意識が高まることが知られていた。本研究では、その効果をさらに高めるため、汚濁河川で撮影されたビデオを編集して教材を作成した。撮影地はインドのプネー市およびデリー市を流れるムラ川およびヤマナ川であったが、家庭から未処理水が大量に流入した黒い川床の川と、川面が洗剤の泡で覆い尽くされる川は、さながら1960年代の東京の河川を彷彿させるものであった。研究代表者はすでに60年代の日本の強汚濁河川の写真教材を公開しているが、この写真と今回編集したビデオを提示することで、現代の日本の子どもに、時代の変遷と環境の変化、地域の違いによる現代の環境の相違を理解させることができ、環境に対する深い思考や、国際意識を芽生えさせることが可能となった。

“SimRiver”では従来マクロサイズの水生生物は扱っていなかった。“SimRiver”を使用した学習効果をより強化するために、教科書で扱われているマクロサイズの水生生物を、ヴァーチャル3Dにより探索できるゲームを作成した。このプログラムでは“SimRiver”で生成される水質を4つの階級に分類し、それぞれの階級に対応させるもので、“SimRiver”のワークシートにリンクさせることで、自分が作った河川の水中環境とそこに生息するマクロレベルの生物を観察できるものである。このゲームで表示するCGと実際の写真となるが、後者については独立行政法人土木研究所自然共生研究センターの協力を受け、対象種の多くの写真と情報を入手することができた。本ゲームを附属高等学校で試用し、生徒から多くのフィードバックを得ることができた。

従来“ケイソウプロジェクト”は他言語で利用できる国際ウェブ教材であった。教材システムの国際性を高めるため本研究ではアラビア語圏でも使用できるよう、インターフェイス、ビデオ、静止画、レポートシステムの各モジュールにアラビア語版を作成し追加した。この結果、25言語での使用が可能となり、これらの使用国や地域の学習者間の意見交換がレポートシステムを通じて可能となった。

### 3.3. 育成すべき力と教材を結びつけた教授法の開発と、授業実践による効果の検証

#### 3.3.1. 附属小金井中学校における実践的研究

初年度は「気象」の単元で、川の環境に関わる内容の授業を実践した。鹿児島豪雨の気象観測データを

活用し、洪水や土石流などの水害の状況を分析し、その対策を考察させた。授業を通して、流水の三作用の平衡が崩れると、川の自然環境が保てなくなることを気づかせることができた。その不具合の原因が人為に由来する事例を提示することで、「一市民として何ができるか」を考えられた。

次年度では、中学校の第3学年を対象として、単元「生物と環境」において国際 web 教材システム“ケイソウプロジェクト”を活用した授業を行った。「『私たちのまち』をつくろう」という課題を提示し、川の流れるまちにおける「自然と人間との共存」が可能な土地利用と人口の配置を、4人構成の班ごとに検討させた。なお、まちづくりの条件として、そのまちはあまり財政状態がよくなく、下水処理場は上流から下流までの5ブロックに1か所しか作れないという制限を与えた。生徒たちは「豊かな生活ができるまちの中に川をどのように位置づけられるか」について着目してまちづくりを話し合った。話し合いの中では実際に川の流域環境を“SimRiver”を使用してシミュレートしてみることで、自分たちのつくった町と川との関係の理解を深めた。

授業の事前と事後で「あなたは『川』について、どのようなことを考えていますか。」という調査を行った。事前調査では「魚がいる」「海まで流れる」「洪水や事故が起こる」「生活排水やごみで汚染された」などの「知識」が多く見られた。一方、事後調査では「豊かな生活を求めると汚染される」「人間と川との共存を考えるべき」「川はまちの状態を示す鏡である」などの記述が現れた。

生徒たちは「川の環境の変化は自分たち人間によるものである」ことをシミュレーターによって科学的に理解し、「これから何をすべきか」について自分の考えをもつことができた。

### 3.3.2. 附属高等学校における実践的研究

高等学校「生物」、「生物基礎」の学習内容「生態系と生物多様性」は、持続可能な社会の構築が必要とされる現在の状況にあって、グローバルな視点と個人の意思決定の双方が求められるテーマである。

初年度では河川の水質調査および微生物の観察を行った。採集時にさまざまな生き物を観察できたため、食物連鎖による物質移動や、エネルギー流を生徒に考察させることが容易であった。これらのデータ解釈において生徒が学ぶ点は多く、本活動は有意義であった。考察ではダム建設や河川改修で河川は影響を受けていること、また、近年では外来生物の移入も認められており、河川環境は人間活動の影響を大きく受けることを考えることができた。また、教室内で実施したウェブ教材“SimRiver”を使用したシミュレーションは、人間活動が環境に対する影響を多様な状況下で知ることができたため、人間と環境との関係を考察するうえで有効であった。

次年度では、高等学校1年次を対象とした授業実践で、人間生活と自然環境との動的関係を理解するために、学校周辺地域を流れる多摩川の過去の映像の提示を行った。また過去と現在の多摩川で採集された珪藻のプレパラートを観察させ、そこに出現する種構成の違いを気付かせ、それらがいつの時代のものであるかを考えさせた。さらに、“SimRiver”で過去と現在の環境をシミュレーションし、それを比較することで、過去から現在への環境変化について人間生活との関係を考察させた。以上の観察結果と考察に基づき、生徒たちは未来の環境改善のために自分たちや社会のとるべき態度や行動について、建設的に考えることができた。また、高校3年次を対象とした授業では、生物多様性に重点を置き、河川環境と生息する生物種との関係を考察させた。授業前後で実施した自由記述式の調査の回答分析から、事前では河川環境に対する漠然とした知識からの回答が多かったのに対し、事後調査では河川環境悪化の原因、改善方法、努力目標、国際理解、国際支援などに関する具体的な意見、感想、提案が記述されるようになった。

附属高等学校はSSH指定高である。交流校との海外研修でタイ王国のサイエンスハイスクールであるPCCCR校を訪れ、合同授業を実施した。タイの高校生と日本の高校生とで協同して、メコック川およびチェンマイ大学内の調整池からの微小生物試料の採集と国際ウェブ教材を用いた学習を行った。両国の高校

生は国の文化や制度の違いによる環境に対する考え方の違いを理解することができた。特にタイの生徒が下水処理場が何であるかを知らなかったことは、日本の生徒にとっては予想外の驚きであった。指標生物を用いた環境評価の有用性について、両国の生徒が同様に実感できたことは本プログラムの国際的な通用性を示すものである。

### 3.3.3. 附属国際中等教育学校における実践的研究

MYP(ミドル・イヤーズ・プログラム：中学1年生から高校1年生までの4年間で実施するプログラム)において、環境教育がどのように実社会との関連のもとに課題研究として、位置づけられているのか、また、その実践は指導要領とどのように関わられるのか研究の中心に研究を行った。また、高校1年生生物の授業において、国際中等教育学校で理科授業の中心キーワードとしている「環境と生命」において、外国人講師によるIB授業としての実践を試みた。その中で、IBにおけるMYPでは全教科に共通する学習領域として「環境」があり、IBの評価基準に沿って本プログラムの実践評価を行っている。現時点での評価に関する検証としては、課題解決学習における、テーマ設定において、効果がある。」など一定の効果があると思われる反面、「環境が良い・悪いではないテーマ設定が考えにくい」といった今後のテーマも見いだされている。MYP理科評価基準は2015年度より変更があり、従来の「科学におけるコミュニケーション」「科学に対する態度」は「科学が与える影響を考察する」に変更されている。この評価基準の意味するところは「人が行使する科学技術により、自然界でどのような変化が起こり得るか考察する」ことである。つまり実社会との関連性を重視した評価項目とである。よって、本研究テーマである「・・・実社会との関連性を重視する環境教育・・・」は、IB教育実践方法として、今後重要になっていくことが予想される。

### 3.3.4. 多言語語地域における実践的研究

“ケイソウプロジェクト”ウェブ教材を用いた授業を日本、韓国、タイ、インドのカンナダ語使用地域の中学生および、日本、フィリピン、インドネシア、インドのマラーティ語使用地域の大学生に現地教員と研究者の協力を得て実践し、授業前後で河川環境に対する意識の変化を調べた。それぞれの言語で自由記述された回答文を、全て英文に翻訳し、それを基データとした。データの形態素解析後、使用された名詞を使用して対応分析を行い、各言語グループ間の意識の変化を授業前後で比較した。その結果、改善や国際性へ意識を方向付けるには、日本だけでなく世界の汚濁河川の写真を示し、各国の家庭で使用される水に関する統計グラフを見せると有効であることが明らかとなった。また、中学生と大学生では使用する語が異なることは異言語間で共通であった。いずれの言語においても学習者グループには授業の前後では、環境に対する意識に大きな変化が見られた。日本、韓国の中学生は授業後に国際性と改善への意識が高まり、タイとカンナダ語の中学生では、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。フィリピンの大学生は環境改善志向へ、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。日本の大学生は環境改善へ意識が向いたが、授業前後であまり大きな変化は見られなかった。これは意識以上に知識に基づく思考が回答文に現れてしまったことが原因と思われた。

## 4 課題

有用な教材開発とそれを使用した授業法の開発は、教育実践研究では欠かすことのできないものである。本研究では本学附属学校等との連携で広域にわたる教育実践を行った。2年の研究期間といえども、実際に授業のできる時期は限られており、実質的な期間は窮屈で短いものであったが、その中で、汎用性のある実践プログラムをケーススタディーとして報告することができた(プログラムについては詳細版報告書を参照されたい)。今後は、紀要等論文出版することにより広域へ普及するよう努めたい。