

# 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

STEM Education to Foster Global Competence Based on Science Inquiry

真山 茂樹\*・熊谷 あすか\*\*・里見 研悟\*\*\*・Mathew Julius\*\*\*\*  
Karthick Balasubramanian\*\*\*\*\*・加藤 和弘\*\*\*\*\*・大森 宏\*\*\*\*\*

東京学芸大学理科教員高度支援センター\*・東海大学付属相模高校\*\*・東京学芸大学\*\*\*・セントクラ  
ウド州立大学\*\*\*\*・アグハルカル研究所\*\*\*\*\*・放送大学\*\*\*\*\*・東京大学大学院農学生命科学\*\*\*\*\*

先進国と途上国の生徒が科学的探求を通して、それぞれの国の河川の水質汚染の歴史的変遷と理由を理解し、さらに風習、社会制度、市民意識などを主体的に学び、環境問題の解決となるアクションプラン作成を目指す授業を日本、インド、米国で段階的に実践してきた。教材としてオンラインシミュレーター、過去と現在の河川から得た生物標本、動画および写真を使用し、生徒による調べ物学習を含め、生徒自身が問題の解決方法を考えた。

キーワード：河川環境、標本、シミュレーション、科学的探求、グローバルコンピテンス

## 1. はじめに

グローバルコンピテンスとは、異文化間の問題を調査し、他者の視点と世界観を理解し、正當に評価し、異なる文化をもつ人々とオープン、適切かつ効果的な交流を行い、集団の幸福と持続可能な発展のために行動する能力である。これはSDGsの達成に資すると記されるように (OECD PISA 2018)、国際的な問題解決のための能力でもある。

近年では海外から来日する労働者とその家族が増加した。しかし、移民や難民が多い欧米の国と比べ、日本国内では異文化を持つ人との接触は未だ少ないのが現状である。グローバリゼーションが進む国際社会に対し、教育政策として中等教育でスーパー・グローバル・ハイスクール事業、高等教育でスーパー・グローバル大学創生支援事業が実施されている。しかし、前者は地域のトップ校に偏りがちであり、後者では全大学の5%のみが恩恵を受けるに過ぎない。

我々は、いつでも誰でも利用できるよう、インターネット上に置いた教材群 (<https://www.u-gakugei.ac.jp/~diatom/index.html>) を利用し、国際河川環境問題の解決を題材として、STEM的観点からグローバルコンピテンス育成を図る授業を2008年よりアジア各国、および米国で実践してきた (Mayama et al. 2011, Lee et al. 2011, )。授業案は国やクラスの状態に合わせ、様々なものが使用されたが(中村ほか 2008, 小境・真山 2015, 村上・真山 2016)、今回は近年の授業案によるものを紹介する。

## 2. 使用した基本教材

### 2.1. シミュレーター

人間活動と河川水質と水中微小生物との関係を理解するためのシミュレーター“SimRiver”を使用した。SimRiverは我々が2001年より開発を続けてきたもので(加藤ほか 2004)、インターネットに接続したブラウザ上で動かすことができる。仮想河川の上流から下流まで5つの領域で、土地利用、人口、下水処理場の有無を設定し、季節と珪藻の採集地点を決定すると、その環境条件で生じるCOD (化学的酸素要求量) が計算され、その水質に出現する珪藻群集のプレパラートが自動生成される。水質判定には識別珪藻群法 (Kobayasi & Mayama 1989, Mayama 1999) を用いている。操作はグラフィカルで、ゲーム感覚で操作できる。また、水質の状態をグラフで表す機能があり、出現した珪藻を用いて計算により水質汚染の状態を数値として(汚濁指数として)表すことができる(真山ほか 2008, Hoffer et al. 2011)。

### 2.2. 過去と現在の河川産珪藻の標本

日本と米国は、過去に深刻な河川の水質汚染を経験しているが、現在では改善されている。一方、インドでは過去はきれいな水質の川であったが、現在は多くの川がひどく汚染されている。珪藻標本には、その時々水質状態を表す種類が含まれている。日本の標本(プレパラート)は1982年に多摩川で採集さ



や現実性を欠いている。この傾向は、別の機会に実施した日本の大学生の授業では、さらに高まっていた。

### 3.2. 授業の改良型スキーム

日本の生徒が、河川の汚染を自分達のこととして現実感を持って思考できるようスキームを改良した。そこでは、かつてはきれいだった多摩川が、高度成長期に汚染が進み、その後現在の水質に達するためには30年近くかかったこと。また、90年代には下水処理場の処理方法の限界に突き当たり、高度処理というイノベーションによって現在の水質が達成されたことを、実際の多摩川流域の人口や処理場のデータを使用し、シミュレーションで理解させることにした。また、YouTubeで公開されているネットニュースで、最近のインドのヤムナ川の汚染状況と人々の生活の様子を視聴させること、さらに、今日までの日本における水質改善を目的とした「はたらきかけ」を、市民、向上、国、地方自治体、NPOについて調べ物学習することを導入した（図3）。

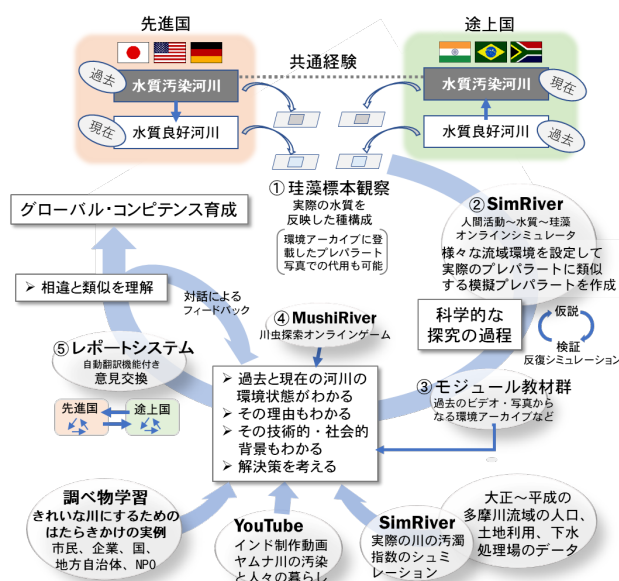


図3：改良型スキーム

しかし、コロナウィルス蔓延状況下で、改良型スキームによる通常の授業を行うことは困難であった。そこで、少人数（5名）による試験的な授業を実践した（図4）。その結果、「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発表された。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されていた。今後は、この事例を精査、改良し、生徒数と学校数を増やした状態で有効性を検証する予定である。

### 参考文献

- Hoffer, J., Mayama, S., Lingle, K., Conroy, K., & Julius, M. (2011). SimRiver, environmental modeling software for the secondary science classroom. *Science Scope*, 34(5), 29-33.
- 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.
- Kobayasi, H. & Mayama, S. (1989). Evaluation of river water quality by diatoms. *Korean J. Phycol.* 4, 121-133.
- 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.
- 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. *Environ. Educ. Korea*, 24(1): 40-48.
- Mayama, S. (1999). Taxonomic revisions to the differentiating diatom groups for water quality evaluation and some comments for taxa with new designations. *Diatom*, 15, 1-9.
- Mayama, S., Julius, M., Balasubramanian, K., Kato, K. and Omori, H. (2021). International river environment education that combines simulations with specimens from different times and regions. *Impact*, 2021(3), 35-37.
- 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ー"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 improved "SimRiver" for understanding of river environments. *Asian J. Biol. Educ.*, 5, 2-14.

真山茂樹・里見研悟・加藤和弘 (2021). 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—. *昆虫と自然*, 56, 32-33.

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.

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.

OECD (2018). PISA 2018 Global Competence. <https://www.oecd.org/pisa/innovation/global-competence/> (アクセス 2022.2.23)

里見研悟・真山茂樹・齋藤めぐみ (2018). 多摩川における過去と現在の珪藻から示される水質の変化—珪藻を教材として河川環境の変化と人間活動の関係を学ぶ授業プログラムの開発に向けて—. *東京学芸大学紀要自然科学系*, 70, 31-53.



図4：改良型スキームにおける授業展開