

AR技術と3D模型を用いた 河川流域環境に関する教育ツールの開発

赤松 良久¹・河野 誉仁²・乾 隆帝³・神谷 大介⁴・高田 一樹⁵

¹正会員 山口大学大学院准教授 創成科学研究科 (〒755-8611 山口県宇部市常盤台2-16-1)

E-mail: yakamats@yamaguchi-u.ac.jp

²学生会員 山口大学大学院創成科学研究科 (〒755-8611 山口県宇部市常盤台2-16-1)

E-mail: w024ve@yamaguchi-u.ac.jp

³正会員 山口大学大学院特命助教 創成科学研究科 (〒755-8611 山口県宇部市常盤台2-16-1)

E-mail: inuiryutei@gmail.com

⁴正会員 琉球大学准教授 工学部工学科 (〒903-0213 沖縄県中頭郡西原町千原1番地)

E-mail: d-kamiya@tec.u-ryukyu.ac.jp

⁵非会員 サイバネットシステム株式会社 (〒101-0022 東京都千代田区神田練堀町3番地富士ソフトビル)

E-mail: kazuki-t@cybernet.co.jp

河川における環境学習において、フィールド学習ではとらえることが難しい現象を理解したり、俯瞰的な観点から河川流域環境を理解するには、動画や効果的な可視化を使った魅力的な環境教育コンテンツが必要である。そこで、AR技術と3D模型を用いた河川流域の環境を俯瞰的に理解するための新たな教育コンテンツを開発した。AR技術によって、中国地方の4つの一級水系の流域の立体模型図の上に各流域の標高、土地利用、水質、魚類データを重ね合わせて表示することが可能となった。

さらに、高校生を対象としたアンケート調査によって、この教育コンテンツは説明者にとっても説明しやすく、聞き手にとっても「流域」という概念および「河川環境」を理解するために有効であることが示された。

Key Words : *educational tool, augmented reality, three dimensional solid model, river basin*

1. はじめに

従来から河川を含む水辺は多様な生物を育む場であり、環境教育の場としても利用されている¹⁾。平成14年から国土交通省、文部科学省、環境省が連携し、市民団体、教育関係者、河川管理者等が一体となった身近な水辺での子どもたちの自然体験活動推進を目的とした「子どもの水辺」再発見プロジェクトが進められている。また、国土交通省では「子どもの水辺」再発見プロジェクトにおいて、安全に楽しく活動するための水辺の整備が必要な場合には「水辺の楽校プロジェクト」により河川水辺整備を実施している。さらに、平成23年には「環境教育等による環境保全の取組の促進に関する法律」が公布され、平成24年に「環境保全活動、環境保全の意欲の増進及び環境教育並びに協働取組の推進に関する基本的な方針」が閣議決定された。このような社会的な背景もあり、環境保全活動や行政・企業・民間団体等の協働が

ますます重要となっており、また、それらを利用した学校における環境教育をなお一層充実させる必要がある²⁾。

学校教育では、平成10年に改正された新しい学習指導要領において、体験的な学習が重視されたこともあり、河川水辺を利用した環境教育はフィールド学習が主流となっている。フィールド学習は対象となる河川区間の河床材料・流れといった物理環境を実感し、水生昆虫などの比較的簡単に採取可能な生物観察には極めて有効である。しかし、フィールド学習ではとらえることが難しい現象(例えば魚類の生態等)を理解したり、俯瞰的な観点から河川流域環境を理解するには、動画や効果的な可視化を使った魅力的な環境教育コンテンツが必要不可欠である^{3,4)}。

近年、VR(バーチャルリアリティ:仮想現実)の発展は目覚ましく、ゲーム業界をはじめとした様々な分野で活用されつつある。VRは主にコンピューター上で作られた現実のような世界にユーザーが飛び込み、ユーザ

一がまるで本物の世界を体験できることがその本質である。VRはシミュレーション結果や3DCGの可視化に有用であり、ものづくり、防災、医療等の分野で広く用いられている^{9,6,7,8)}。VRに用いるディスプレイ技術として、4面以上の立体的なスクリーンの中に観察者が入り、観察者が映像の中に没入する感覚が味わえる没入型VR立体可視化装置(CAVE⁹⁾やCABIN¹⁰⁾がある。また、ゴーグルのようなものを身につけて映像をみるHMD(ヘッド・マウント・ディスプレイ)が広く用いられつつある。このようなVRに対して、AR(Augmented Reality: 拡張現実)は3DCGなどの仮想情報を現実世界に追加する技術である。ARにはLocation based AR(センサの組み合わせによるAR)とVision based AR(画像認識によるAR)がある。前者では例えばスマートフォンに内蔵されているGPS(Global Positioning Aystem)や加速度センサを用いて、スマートフォンのカメラをかざしてその画像内に移る風景に様々な情報をオーバーレイ表示する。後者ではマーカー型とマーカーレス型の2種類がある。マーカー型では「ARマーカー」と呼ばれる特殊なパターンを検出し追跡する(トラッキング)ことによって、仮想情報をターゲットの種類、位置、サイズに合わせて、現実世界に合成させる。マーカーレス型では、カメラに写っている実在の物体、人間、空間などを認識の対象として、トラッキングする。このVision based AR技術は3Dプリンターで作成した3D模型等と組み合わせることによって、より効果的なプレゼンテーションが可能である^{11,12)}。このようなAR技術と3D模型の組み合わせた可視化は魅力的な環境教育コンテンツの作成にも有効であると考えられる。

そこで、本研究はAR技術と3D模型を用いた河川流域の環境教育コンテンツの開発を目的とする。河川流域環境を俯瞰的に理解するために、中国地方の4つの一級水系の流域の立体模型図の上に各流域の標高、土地利用、水質、魚類データを重ね合わせて表示するコンテンツを作成し、AR技術と3D模型を用いた可視化を行い、環境教育コンテンツとしての効果を検証した。

2. AR技術を用いた可視化システム

(1) 3D模型の作成

国土地理院基盤地図情報(数値標高モデル: 5mメッシュ)を用いて、3次元の流域標高図を作成した。3D模型は実スケールの1/600としたが、単純な縮小模型では標高の変化がわかりにくいことから、鉛直方向の座標のみ3倍のスケールを持たせることとした。図-1に対象とした4流域の一つ高津川流域の3DCGを示す。また、DMM.make(<http://make.dmm.com/print/>)の3Dプリントサ

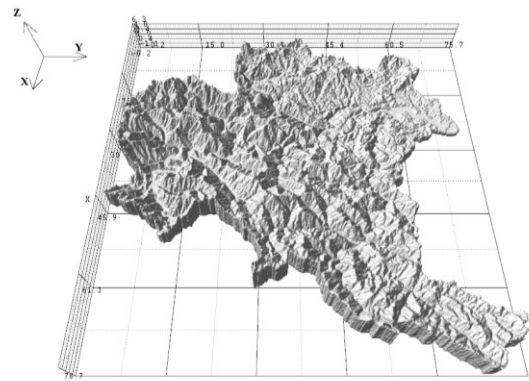


図-1 VR表現による高津川流域の3DCG



図-2 3Dプリンターで作成した高津川流域の3D立体模型

ービスを用いて、3D立体模型を作製した(図-2)。素材はナイロンを用いており、形状先端は最小幅で0.8mm程度まで再現されている。

(2) ARコンテンツの表示方法

ARコンテンツの表示にはサイバネットシステム株式会社が開発したcybARnetを用いた。cybARnetは無償ARブラウザアプリ「cybARnetアプリ」とコンテンツを管理するポータルサービス「cybARnet開発者ポータル」から構成される(図-3)。まず、開発者ポータル上でARチャンネル登録(コンテンツ作成)を行い、そのコンテンツにはQRコードを用いて他のコンテンツと区別するためのチャンネルIDを付ける。このコンテンツはcybARnetコンテンツサーバー上に保存され、チャンネル閲覧者はiOS/Android用のcybARnetアプリで、QRコードを読み込むことによってチャンネル(ARコンテンツ)をダウンロードする。流域模型は全体が単色で画像認識で特徴点となる陰影を認識しにくいいため、3D模型は図-2に示されるような紙面の上に設置することにより、3D模型とARコンテンツの位置座標を調整する。図-4にcybARnetによる可視化事例を示す。

3. 河川流域環境コンテンツの作成

中国地方の4つの一級河川（江の川，斐伊川，高津川，芦田川）を対象として，各流域の標高，土地利用，水質，魚類データの可視化を行い，流域間の比較によって各河川の特徴を明確にする．なお，汎用的な利用を意図し，ここでは一般にダウンロード可能なデータのみを利用することとした．

(1) 標高データ

標高データは国土交通省国土地理院の基盤地図情報ダウンロードサービスより提供されている 10m メッシュの基盤地図情報数値標高モデルを使用した．GIS を用いて流域の形に切り取り，逆距離加重 (Inverse Distance Weighted: IDW) 内挿によりラスタ化し標高図を作成した．**図-5** に対象流域の標高図を示す．芦田川は全体的に標高が低く，江の川では上流域に平地が広がっていることがわかる．このような標高差は 3D 模型と重ね合わせることにより，直感的に把握できる．

(2) 土地利用データ

土地利用データは国土交通省国土政策局国土情報課の国土数値情報ダウンロードサービスより提供されており，最新のものである平成 21 年度の土地利用細分メッシュデータを利用した．地理情報システム (GIS : Geographic Information System) を用いて流域の形に切り取り，各土地利用項目ごとに色分けしたものを**図-6** に示す．芦田

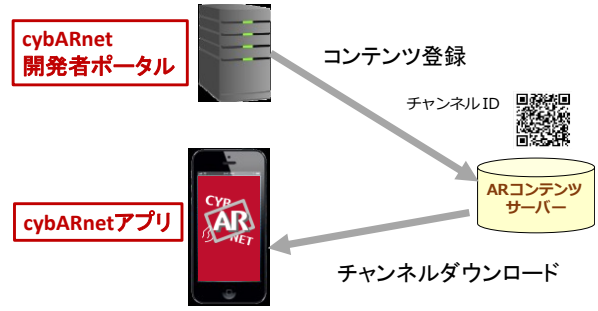


図-3 cybARnetの概要図



図-4 cybARnetによる可視化事例

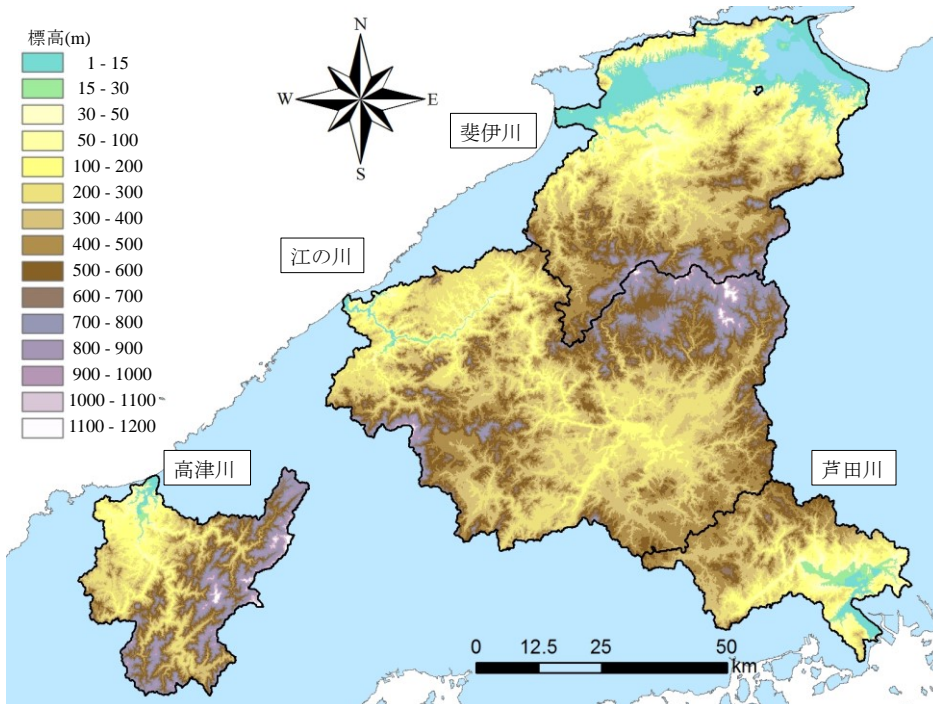


図-5 対象流域における標高図

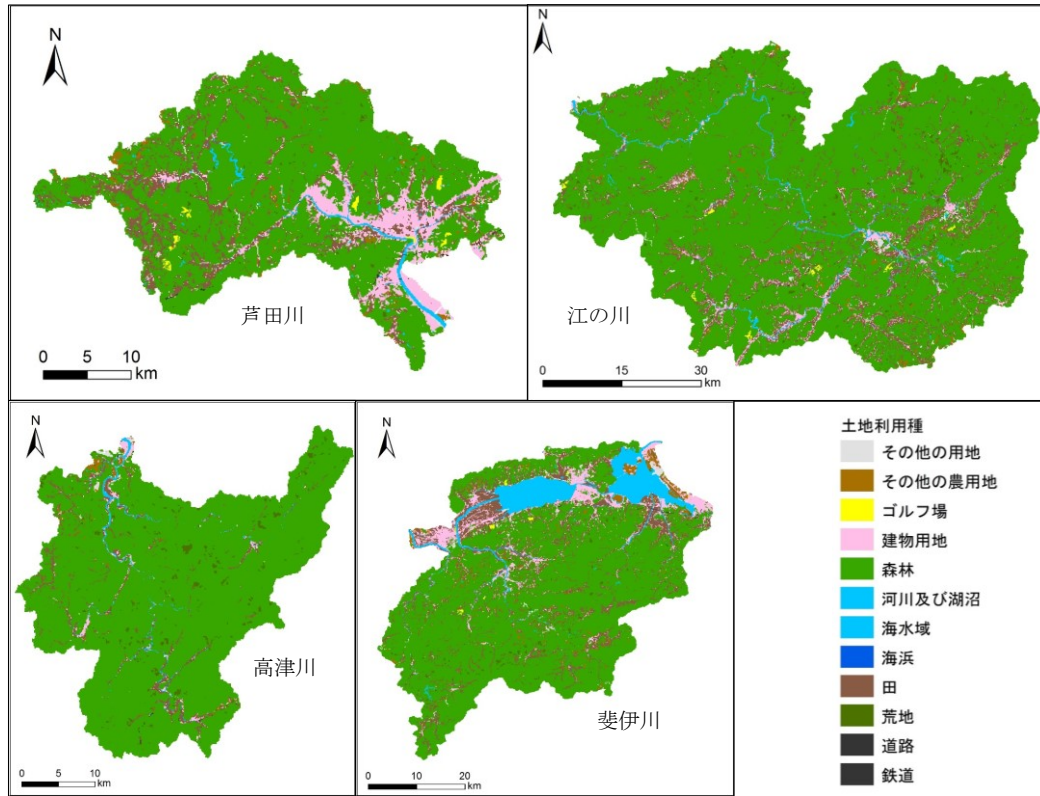


図-6 対象流域における土地利用図

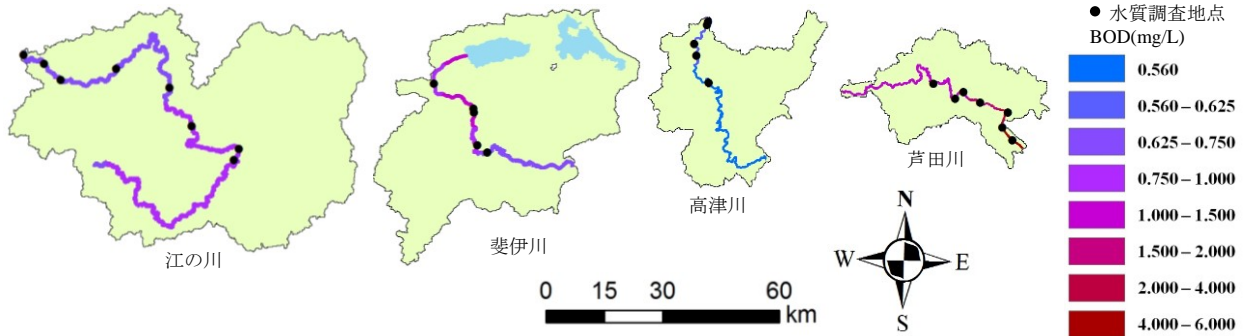


図-7 対象流域における水質調査地点と本川の BOD

川流域では中下流に住宅用地が広がっているのに対して、高津川流域ではほとんどが森林で占められている。

(3) 水質データ

水質データは国立環境研究所より提供されている公共用水域の水質測定結果を用いた。水質項目としては河川の代表的な有機汚濁指標である BOD (Biochemical Oxygen Demand: 生物化学的酸素要求量) を選択した。BOD の値は日間平均値 75% 値を使用し、各河川の観測地点における平成 12~21 年までの平均値を算出した。続いて、GIS を用いて本川の調査地点の BOD 平均値から上流から下流までの BOD 分布を IDW 内挿により求めた。

図-7 は各河川の本川にある調査地点と本川全体の BOD 分布を示している。中下流に住宅用地が広がる芦田川流

域では BOD が高い値を示すのに対して、流域のほとんどが森林域である高津川ではすべての地点で BOD が低い値を示している。

(4) 魚類データ

各河川の魚類データは河川水辺の国勢調査の結果を公開している河川環境データベースより、江の川・高津川は平成 25 年、芦田川は平成 23 年、斐伊川は平成 21 年のものをダウンロードした。まず、それぞれの一覧表の魚種を汽水海水魚、回遊魚、純淡水魚の 3 つに分類し、汽水海水魚を除いた一覧表を作成した。次に各河川の確認種一覧表をひとつにまとめた全河川の確認種一覧表を作成した。それを用いて河川における確認種の在・不在クロス集計表を作成し、全河川に共通して確認された魚

表-1 高津川における全河川確認魚種の在(1)・不在(0)クロス集計表

	[1]	[2]	[3]
ウナギ	0	0	0
コイ	0	0	1
フナ属の一種	0	0	0
タイリクバラタナゴ	0	0	0
オイカワ	0	0	1
カワムツ	0	1	1
ムギツク	0	1	1
カマツカ	0	1	1
ドジョウ	0	0	0
シマドジョウ	0	1	1
アユ	1	1	1
ドンコ	1	1	1
ウキゴリ	0	1	1

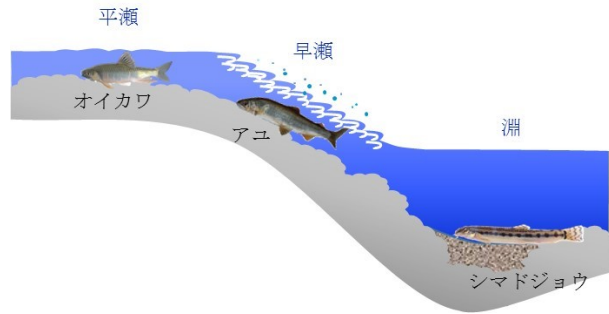


図-8 選定された3魚種

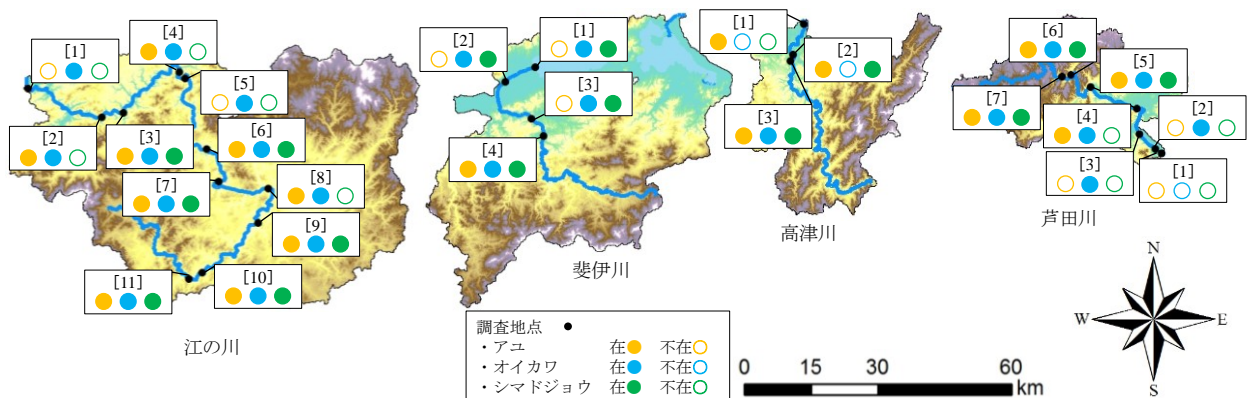


図-9 選定した3魚種の在・不在図

種をピックアップした。最後に各河川の調査地点における全河川共通確認種の在・不在クロス集計表を作成した。一例として、表-1に高津川の調査地点における全河川確認魚種の在・不在クロス集計表を示す([1]~[3])の位置は図-9を参照)。なお、表-1において在は1不在は0で表している。全河川で確認された魚種の中で外来の可能性のあるものや重要種、フナ属の一種を除いた後、河川の特徴を現している可能性の高いアユ、オイカワおよびシマドジョウの3種(図-8)を選定した。アユはキュウリウオ目キュウリウオ科¹³⁾の両側回遊魚であり、河川の平瀬や早瀬を中心に生息し、成魚は主に草(藻)食である¹⁴⁾。シマドジョウはコイ目ドジョウ科¹⁵⁾の純淡水魚であり、河川の砂礫や砂底に生息し、食性は雑食である¹⁴⁾。オイカワはコイ目コイ科¹⁵⁾の純淡水魚であり、河川の平瀬を中心に生息し、草(藻)食寄りの雑食である¹⁴⁾。図-9に選定した3魚種の在・不在図を示す。

斐伊川に注目すると中下流域でアユが確認されていないことが分かるが、これは河床が砂底であるためと考えられる。シマドジョウが確認されていることから砂質域が存在することが分かる。芦田川に注目すると下流域でアユが確認されておらず、上流域でアユが確認されて

いる。これは下流域は河口堰の影響を受けているため海域からの遡上個体が少ない一方、上流域ではアユを放流していることが推察される。また、江の川や高津川の最下流地点は汽水域であり純淡水魚の生息には適さない環境であると推測されるため、江の川の最下流地点でオイカワが確認されているのは偶発的なものと考えられる。そのような地点を除いたほとんどの地点でオイカワが確認されているが、これらの傾向から、オイカワが餌と流水環境が生息に適していれば、河床材料にはこだわらない種であることが推察される。

4. AR技術と3Dモデルによる可視化結果

江の川および高津川を対象として、cybARnetを用いて河川流域コンテンツをARチャンネルとして登録した(図-3)。cybARnetアプリを通して撮影した、高津川および芦田川の(a)標高、(b)土地利用、(c)水質、(d)アユの在/不在、(e)オイカワの在/不在、(f)シマドジョウの在/不在の可視化結果を図-10、11にそれぞれ示す。標高、土地利用については凡例が立体的に表示され、3Dモデルの

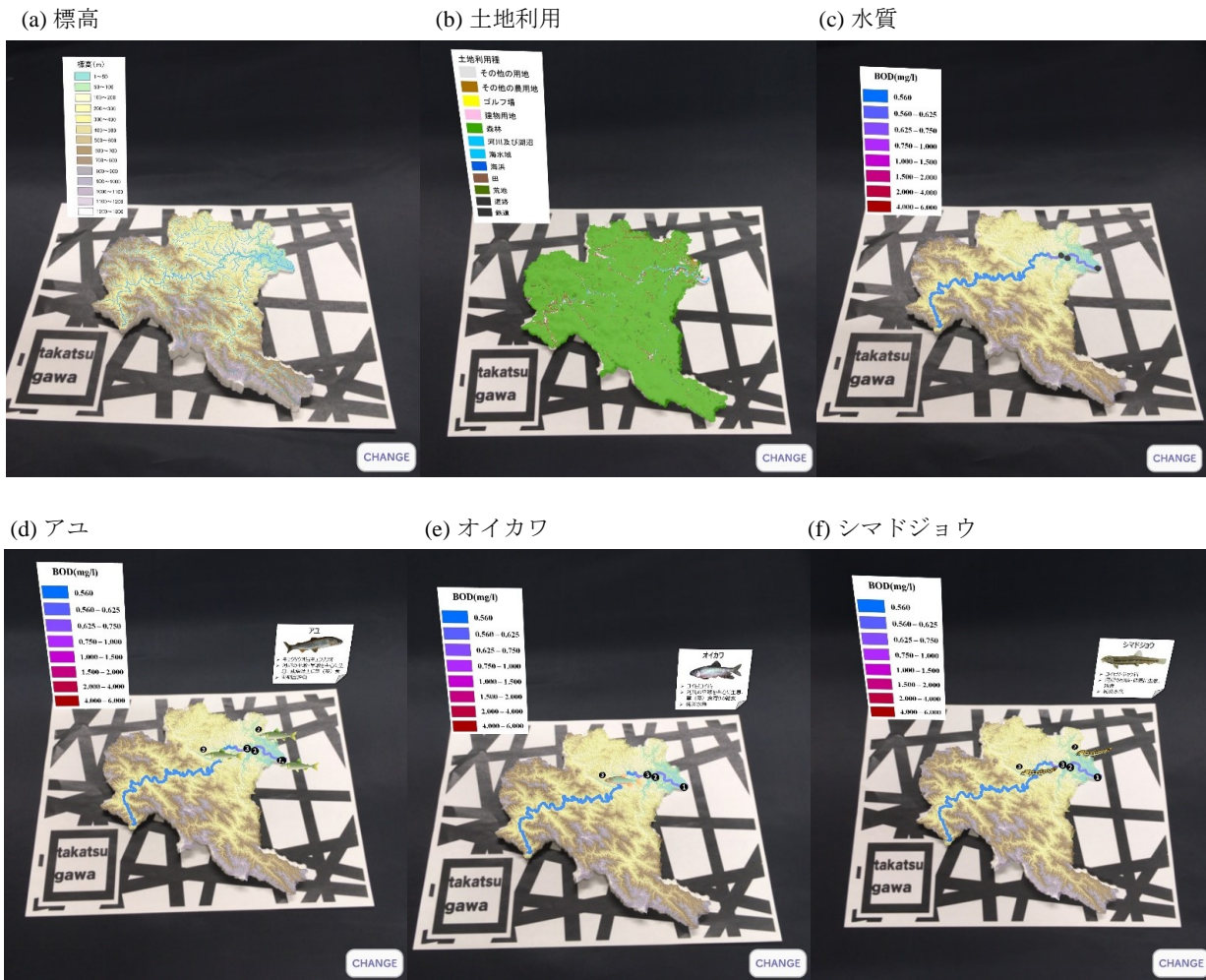


図-10 高津川の流域環境コンテンツのAR可視化

起伏に合わせて張り付けられる形で可視化されている(図-10(a), (b), 図-11(a), (b))。水質に関しては標高図の上に重ね合わせた形で本川に沿った BOD を示しており、BOD に関する凡例も表示している(図-10(c), 図-11(c))。魚類の在/不在に関しては水質の可視化結果に加えて、3 か所の魚類調査地点において対象とした魚がいる場合にはそのイラストを表示している(図-10(d), (e), (f), 図-11(d), (e), (f))。また、魚類の特性を明記したパネルも付け加えている。パネルの内容については表-2 に詳細を示す。なお、可視化結果内の「CHANGE」ボタンを押すことによって表示項目を変更することができ、魚類の在/不在と土地利用状況などを容易に比較することができる。

本教育ツールでは 3D 模型により、流域の上流から下流にわたる地形的特徴が一目瞭然であることに加えて、その上に土地利用、水質、生物の在/不在といった情報を重ね合わせることが可能であり、小中高生が河川への人為的な負荷と河川環境(水質や生態系)の関係性を直

表-2 魚類の凡例

	科目	分類	特徴
アユ	キュウリウオ目キュウリウオ科	両側回遊魚	河川の平瀬・早瀬を中心に生息、成魚は主に草(藻)食
オイカワ	コイ目コイ科	純淡水魚	河川の平瀬を中心に生息、草(藻)食寄りの雑食
シマドジョウ	コイ目ドジョウ科	純淡水魚	河川の砂礫・砂底に生息、雑食

感的に理解することが可能になると考えられる。

5. 教育ツールの適用と有用性の検証

(1) 検証方法の概要

平成 28 年 9 月 14 日に開催された山口県立宇部高等学

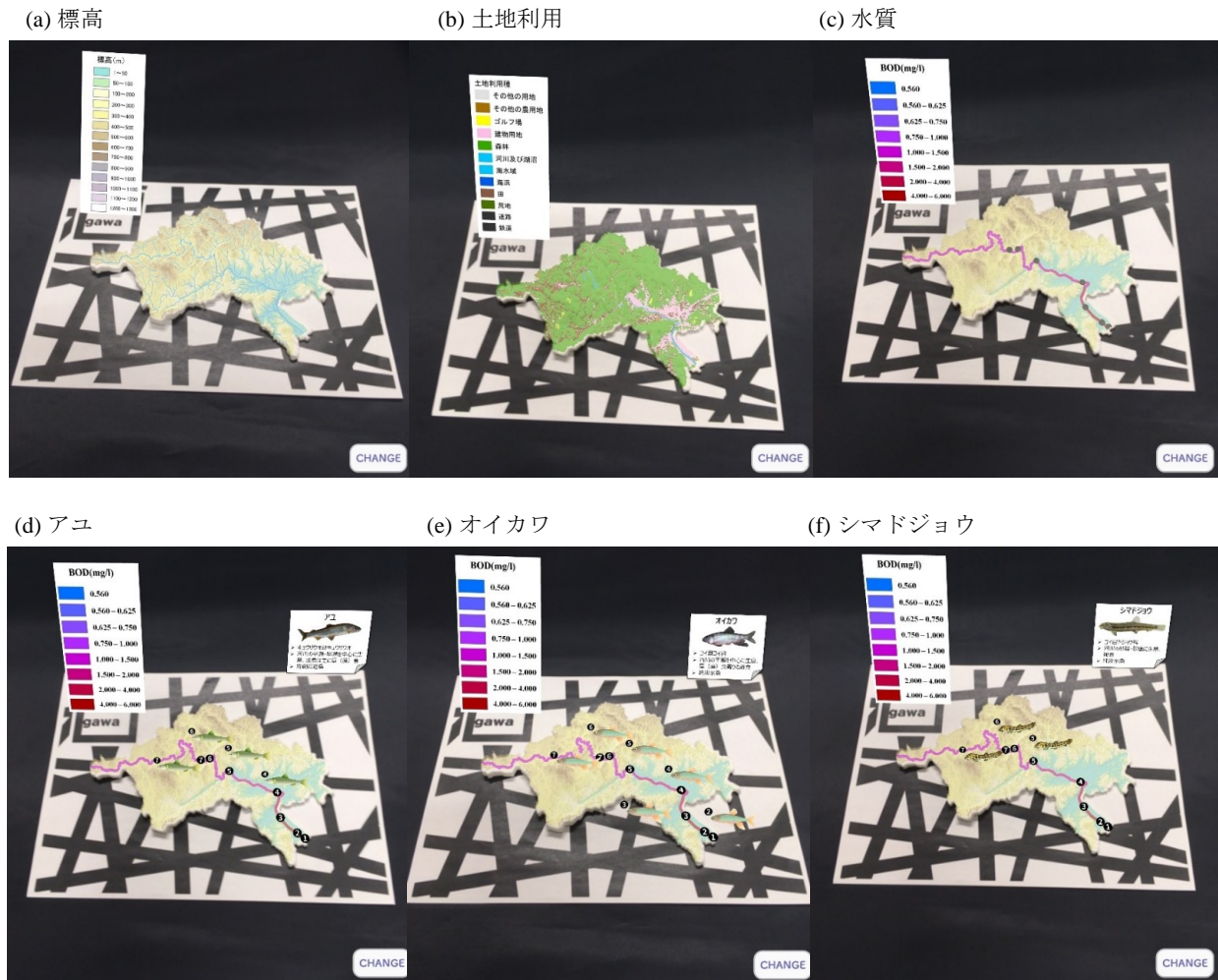


図-11 芦田川の流域環境コンテンツのAR可視化

校スーパーサイエンススクール生徒研究発表会において、「河川流域環境の見える化」と題し、4名の高校生がポスターを用いて、図-5, 6, 7, 9に示すように、対象流域の標高、土地利用、水質および魚類の在/不在に関する可視化結果について説明を行った。3.(4)に示した魚類の生息場の特徴についても併せて解説した。それと同時に、図-10, 11に示すARと3D模型による可視化結果をiPadを用いて体験可能な形で展示した(写真-1)。ここでは特に、フィールドワークを中心とした環境教育では理解が困難であるが、自然環境や生物多様性の理解において必要性が指摘されている流域の理解¹³⁾¹⁶⁾に焦点を絞り、本システムの有効性を検証することとする。

(2) 有効性の検証

従来型の発表(ポスターのみによる発表)を行った後に、今回開発した教育ツールを用いた発表を行った。発表を聞いた学生に表-3に示すアンケートに回答してもらった。調査時間の制約上、短時間で回答できる内容とするため、特に流域理解に着目して調査票を作成した。



写真-1 展示の様子

なお、この調査では「流域」とは「その地形により降った雨が水系に集まる、大地の範囲・領域」とし、「河川環境」とは「流域の地形的特徴や河川の水質・生物」として質問を行っている。回答者は高校生33名(男子:9 女子:24)である。

表-3 アンケート項目

質問項目	回答形式
発表前に流域を理解していたか	
従来型の発表で流域を理解出来たか	明確に理解：1～全く理解していない：6（6段階）
3D模型とARを利用した説明で流域を理解出来たか	
「従来型の発表」と「3D模型とARを利用した発表」のどちらが理解しやすかったか	・従来型 ・3D模型とAR ・両方の組み合わせ
3D模型は流域の理解に役立ったか	
3D模型とARの組み合わせは河川環境を理解するのに役立ったか	非常に役立つ：1～全く役立たない：6（6段階）
自由意見	自由記述

まず、「流域」の理解について問うた3つの質問に対する回答を図-12に示す。これより、発表前に比べて従来型の発表により無理解に関する回答はなくなり、半数以上が「明確に理解」もしくは「理解」となった。さらに、3DとARを組み合わせた発表を行うことにより、約4割が「明確に理解」となり、約9割が「明確に理解」もしくは「理解」と回答している。これらより、従来型の発表でも効果は見られるが、3DおよびARを組み合わせることで、さらに理解が深まることが示された。

自由記述に記入がある回答について、理解度との関係を表-4に示す。発表前・従来型・3DとAR利用の3段階において、理解度が4・2・1と上昇した生徒の自由記述意見には「ARはさらに興味をもって見ることができた」と記している。4・3・1となった2人の生徒は「楽しんで学べるのがとても良いです」、「私も利用してみたいです」と記している。これらより、ここで開発した教育ツールは生徒が楽しみながら興味をもって河川や環境の理解に取り組むことができる教材となっていることがわかる。学習における参加の重要性は以前から指摘されており¹⁷⁾、従来型の発表にARを加えることにより、自ら機器を操作するなど、参加を促し、学びの効果を向上させたと考えられる。なお、3つの段階それぞれにおける理解度の差異はカイ自乗検定より99%有意である。

従来型、3DとARの組み合わせ、両方の組み合わせについて、どのプレゼンテーションが理解しやすかったかについて問うた結果を図-13に示す。これからも従来型の説明ではなく、3DやARを利用したプレゼンテーションが加わることで理解が促されることがわかる。しかし、従来型と3D・ARの組み合わせを選択した生徒も多く、これらは相補的な関係があると思われる。なお、

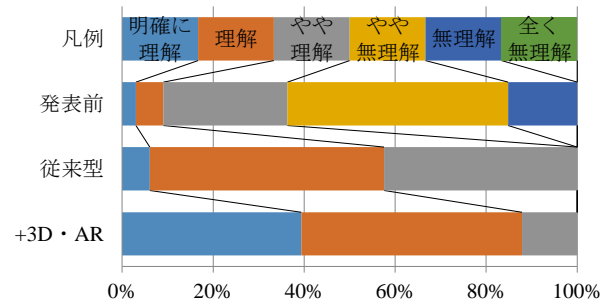


図-12 発表方法による流域理解度の変化

表-4 理解度の変化と自由記述

理解の変化 (前-従来-AR)	自由記述
4-2-1	ARはさらに興味をもって見ることができた。
5-3-2	実地で学習するよりも簡単に学ぶことができ、話だけ聞くよりも自分で感じて知ることができると思いました。
3-2-2	おもしろかった。
5-3-2	もう少し、模型が大きいと見やすいのかもしれないと思います。
4-2-2	ズームができたり、押したら詳しい情報が出たらうれしかったです。
4-3-1	私も利用してみたいです。
4-3-1	楽しんで学べるのがとても良いです！

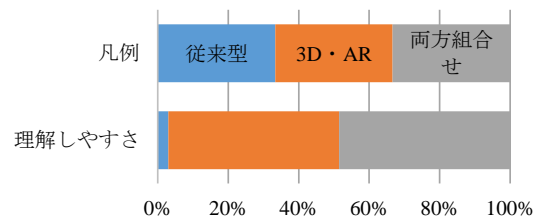


図-13 理解しやすいプレゼンテーション方法

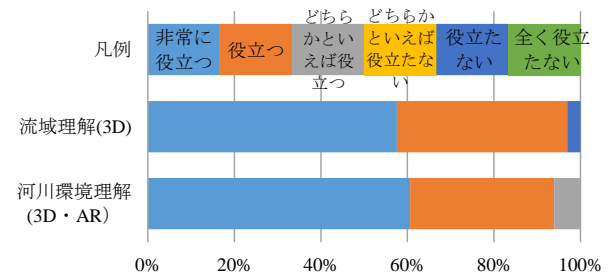


図-14 理解へ支援

3D・ARを選択した生徒と両方の組み合わせを選択した生徒において、学年・性別による違いは見られなかった。

3D模型による流域理解、3D模型とARによる河川環境理解に対し、それぞれの教育ツールが理解に役立ったかを問うた結果を図-14に示す。この結果、どちらにおいても過半数の生徒が「非常に役立つ」と回答しており、

「役立つ」を加えると9割以上の生徒がこのツールが理解の支援に繋がったと感じている。

以上より、本研究で開発した教育ツールは川の基本的な特性を理解するために重要な「流域」という概念、および「河川環境」を理解するために有効であることが示された。これは自ら機器を操作することによる参加意識の醸成によるものと推察される。参加型環境教育の代表的な手法はフィールドワークであるが、これでは流域を理解することが難しいことが指摘されてきた¹³⁾。本システムはこの問題点を解決するための1つの手法となると考えられる。また、動画による流域理解の場合には、動画制作者の意図が強く影響する問題が指摘されているが³⁾、本システムであれば自ら見たい情報を取りに行くため、システム構築者の恣意性はある程度排除されるものと考えられる。

プレゼンテーションを行った生徒からは「ポスターよりも端的に説明できた」「3DモデルやARを使うことにより興味を持ってもらえた」「BODや土地利用図などの情報がCHANGEボタン1つで一気にみれるところが、文字情報よりも理解しやすかった」「AR画像を使い、指し示しながら説明できてやりやすかった」など、説明しやすさに関して肯定的な意見が得られた。

6. まとめ

本研究ではAR技術と3Dモデルを用いた河川流域の環境を俯瞰的に理解するための新たな教育コンテンツを開発した。さらに、従来のポスター等を使った発表と開発した教育コンテンツを援用した発表を比較して、アンケートによる有効性の検討を行った。その結果、AR技術と3Dモデルによる可視化は従来の文字・図面による情報より、説明者にとっても説明しやすく、聞き手にとっても「流域」という概念および「河川環境」を理解するために有効であることが示された。なお、アンケート回答の中にはズーム機能等に関するリクエストもあったため、これについては今後のシステム改善に取り組むこととする。

謝辞: 本研究は山口県立宇部高等学校のスーパーサイエンスハイスクール(SSH)の一環として行われた。研究にご協力いただいた生徒・教員の皆様に記して、謝意を表す。

参考文献

- 1) 柳敏晴: 水辺の野外教育と環境教育—人, 自然と共に生きる繋がりを目指して—, 環境教育, Vol. 23, No. 2, pp. 14-26, 2013.

- 2) 「国連持続可能な開発のための教育の10年」関係省庁連絡会議: 我が国における「国連持続可能な開発のための教育の10年」実施計画(ESD実施計画), 2011.
- 3) 真田誠至, 吉富友恭, 萱場祐一: 河川のフィールド観察における動画コンテンツの役割に関する検討, 日本教育工学会論文誌, Vol.34, No.3, pp. 309-318, 2010.
- 4) 吉富友恭, 今井亜湖, 埴岡靖司, 前迫孝憲: 児童の川の見方に基づいた河川学習用デジタルコンテンツの開発と評価, 日本教育工学会論文誌, Vol. 31, No. Suppl, pp. 165-168, 2007.
- 5) 綿貫啓一, 楓和憲, 佐藤勇一, 堀尾健一郎: バーチャルトレーニングと実習を融合したものづくり技術者の育成支援, 工学教育, Vol. 59, No. 6, pp. 104-111, 2011.
- 6) 服部麻木, 高津光洋, 鈴木直樹: バーチャルリアリティ技術の医学応用, 体力科学, Vol. 48, No. 4, pp. 519-525, 1999.
- 7) 鳥脇純一郎: バーチャルリアリティ技術による診断・治療支援, 日本コンピュータ外科学会誌, Vol. 1, No. 1, pp. 5-18, 1999.
- 8) 古市幹人, 荒木文明, 陰山聡: 大規模地球変動シミュレーションの可視化技術開発—「京」コンピュータが再現する地震・津波・台風の可視化に向けて—, 可視化情報学会誌, Vol. 32, No. 127, pp. 16-21, 2012.
- 9) Cruz-Neira, C., Sandin, D. J. and DeFanti, T. A.: Surround-screen projection-based virtual reality: the design and implementation of the CAVE, *Proceedings of SIGGRAPH '93 Computer Graphics Conference*, ACM SIGGRAPH, pp. 135-142, 1993.
- 10) 廣瀬通孝, 小木哲朗, 石綿昌平, 山田俊郎: 多面型全天周ディスプレイ(CABIN)の開発とその評価, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J81-D-II, No. 5, pp. 888-896, 1998.
- 11) 中林拓馬, 加戸啓太, 平沢岳人: 拡張現実感とモデルを用いた建築設計用ツールの開発, 日本建築学会技術報告集, Vol. 17, No. 37, pp. 1053-1056, 2011.
- 12) 孫磊, 福田知弘, 徳原俊樹, 矢吹信喜: 模型とVRとの視点連携による都市プレゼンテーションシステムの開発—二つのマーカーによる精度向上と専門家による評価—, 日本建築学会環境系論文集, Vol. 76, No. 668, pp. 953-961, 2011.
- 13) Nelson, J. S.: *Fishes of the World* (4th Edition), Wiley, pp. 624, 2006.
- 14) 川那部浩哉, 水野信彦, 細谷和海(編・監修): 改訂版日本の淡水魚, 山と溪谷社, pp. 718, 2005.
- 15) 中坊徹次(編集): 日本産魚類検索 全種の同定 第三版, 東海大学出版会, pp. 2431, 2013.
- 16) 鈴木和信: 生物多様性保全に向けた環境教育の実践と持続可能な社会の構築に向けた環境教育の展望—マレーシアサバ州の事例より—, 環境教育, Vol. 25, No. 1, pp. 152-159, 2015.
- 17) ジーン・レイヴ, エティエンヌ・ウェンガー: 状況に埋め込まれた学習 正統的周辺参加, 産業図書, 1993.

(2017. 1. 23 受付)

DEVELOPMENT OF EDUCATIONAL TOOL
FOR RIVER BASIN ENVIRONMENT
USING AUGMENTED REALITY AND THREE DIMENSIONAL SOLID MODEL

Yoshihisa AKAMATSU, Takanori KONO, Ryutei INUI, Daisuke KAMIYA
and Kazuki TAKADA

An educational tool is necessary for understanding the river basin environment in bird's-eye view. We develop the educational tool and content using AR (augmented reality) and three dimensional solid model. The educational content contains visualization images for elevation, land use, water quality and presence/absence of fishes in four river basins. AR enable to overlay these visualization results on the solid model of river basins.

The questionnaire survey for high school students was conducted in order to verify the effectiveness of this educational tool. It revealed that this tool helps hearers and speakers to explain and understand the environment of river basin.