

〔技術報告〕

# 全天球動画と 3D モデルを用いた学習教材の構成 (学習効果と作成手法について)

足立 康志<sup>\*1</sup>

Education System Configuration Using all-sky videos and three-dimensional Models  
(An Effective Configuration and Creation Method for Learning)

Yasushi ADACHI<sup>\*1</sup>

## Abstract

In this research, we produced learning materials for regional geography and history using three-dimensional viewing equipment, 3D topographic information (Geographical Survey Institute), an all sky camera, and published regional data. Google Maps and Google Earth were utilized for viewing existing geographical information, and participants experienced it at HMD. The participants could freely see what they wanted to see, at locations of their choice, and they could freely move around. When these materials are used for education purposes, they should be utilized to meet the educator's intention to a certain extent. The functions of Google Maps and Google Earth cannot be learned according to the scenario. Participants have the freedom to see what they want using the all sky camera, with the option of using the camera's ability to change the scenario at any time. However, the ultimate goal is to establish learning materials that can be used in accordance with the learning targets. These are, firstly, to understand the Chikugo River's topography, geography, and history; secondly, to introduce the Chikugo region; and finally, to enable viewers to experience and collect information on viewpoints and operations.

**Key Words** : all-sky camera, Chikugo River, 3D topographic, learning material, 3D model

## 1 はじめに

本研究では地域地理歴史学習教材を、三次元視聴機器、3D 地形情報（国土地理院データ）、全天球カメラ（theta）と公開された地域データを用いて製作する。すでに存在する地理情報を見るシステムとしては google maps, google earth があり HMD で参加者に体験していただいたことがある。これは自由に見たいところを見られるもので、参加者が自分で見たいところを向いたり、移動の操作を行ったりするものであった。

教育に用いる場合には、ある程度教育者の意図に合う方向に誘導したいが、google maps, google earth では自由すぎてそれらの機能は不十分であった。本研究では学習教材としてのシナリオを作成し、全天球カメラを用いた動画で見たいところを見られるという自由と、シナリオを随時変更できるという自由を確保しながら、全体としては学習のねらいに沿わせるという学習教材の成立を目指すものである。

手始めに筑後川の地形、地理、歴史にターゲットを絞り、筑後地域の紹介を行い、視聴者に体験させて視点や操作の情報を収集し、シナリオや全天球動画、表現機能の実装手法の改良に役立てる。

## 2 AR, VR を用いた先端技術活用教育について

### 2.1 先端技術活用教育の背景

現在、学校教育で用いられる教育教材や、博物館などのミュージアム、各個人が持つスマートフォンやタブレット PC などで、様々な学習教材が試されている。映像や動画、多くの文書資料が容易に視聴できる環境構築が進んでおり、ICT

<sup>\*1</sup> 情報ネットワーク工学科  
令和元年10月31日受理

環境の充実とそれらの効果的な活用は急務であると言える。

文部科学省「新時代の学びを支える先端技術活用推進方策（最終まとめ）」（令和元年6月25日）からICT関連の部分を抜粋すると、

- 学びにおける時間・距離などの制約を取り払う
- 個別に最適で効果的な学びや支援
- 校務の効率化～学校における事務を迅速かつ便利、効率的に～
- 学びの知見の共有や生成～教師の経験知と科学的視点のベストミックス（EBPMの促進）～

といったものがICTの活用における教育現場の意義として挙げられている<sup>(1)</sup>。そのうちの「先端技術の機能に応じた効果的な活用の在り方」として、AR、VRの活用に関する記述がなされている。これから基本的な要素を抜き出すと次のようになる。以下の前提をもとに教材作成を行うこととする。

#### ① AR、VRの機能

AR技術で現実世界に情報を付加することで情報を提供する。また、VR技術で現実のような仮想世界に、ユーザー自身が入り込む感覚になることで、リアルな疑似体験をすることができる。

#### ② 効果

ARで様々な情報が提供されることで、子供が興味を引いたものに必要な情報が提供されるなど、調べ学習等に効果的に活用されることが想定される。VRについては、通常では経験できないことを疑似体験させることで、現実感をもった経験をすることでより効果的な学びを得ることができる。

#### ③ 留意点

ARの機器等の操作に気をとられた事故や、VRのリアルな疑似体験から起こされる恐怖心や嫌悪感に留意が必要である。

## 2.2 文化、歴史、地理の分野におけるAR、VRの利用について

本研究では全天球動画や3Dモデルで作成する教育教材について、筑後川を題材としたがこれは地理、歴史といった社会、文化的な題材である。この分野でVRなどが利用されている例を上げる。文部科学省の「文化資源の保存、活用及び創造を支える科学技術の振興」<sup>(2)</sup>において、文化資源のAR、VRを用いた公開と活用についての記述がなされている。イタリアでIBMが行った「Virtual Florentine Pieta」プロジェクト<sup>(3)</sup>ではミケランジェロの作品をデジタル化した。日本でもかなり古くから同様の試みを行っており、東京大学でバーチャル大仏というプロジェクトが行われ、レーザー計測などで大仏の計測、デジタル化を行っている<sup>(4)</sup>。

## 2.3 全天球画像の利用について

現状では全天球画像や動画を使用した学習教材はあまり多くない。全天球コンテンツはその場にいるという強い臨場感をもたせることができるが、プラネタリウムのような全天球シアターやHMD（ヘッドマウントディスプレイ）のような機器を使用しなければ視聴できないという制約があるからである。HMDではスマートフォンなどをダンボールで頭部にマウントする安価で実現可能なものが存在しており、これらを利用することで利用の敷居を低くすることも検討する必要がある。

また、教材の教育コンテンツに関しては、実際の撮影作業の条件から、地理や地学などは比較的作成しやすく、筑後川という題材を選んだのもこれが理由の一つである。全天球画像や動画が使用された例をいくつか上げる。

瀬戸崎典夫、「佐藤和紀の平和教育実践における全天球パノラマVR教材の効果的な活用に関する検討」では、長崎の原爆の学習にVRと全天球画像（パノラマ画像）を使用した。これは原爆の痕跡の残る各地の位置を紙テキストで配布し、見たい紙テキストのARマーカーをタブレットに認識させて、現地の全天球画像や現在に残る爆心被害地の画像などを見せるものである<sup>(5)</sup>。

森田裕介他、「デジタル教材を重畳提示する天体学習用ARテキストの開発と評価」では教科書にARマーカーを印刷してその教科書に講師映像と天体3Dモデルを重畳させ、HMDで表示させるというもので、天体を講義の進捗に合わせて変化させる機能を持っている<sup>(6)</sup>。瀬戸崎典夫他、「月の満ち欠けについて学ぶ探索型VR教材の開発」では視線移動に着目し、学習内容の理解度の評価を行った<sup>(7)</sup>。歴史的史跡の観光コンテンツについてもいくつかの試みがなされており、奈良文化財研究所の肥前名護屋城のデジタルコンテンツ化や観光コンテンツのナレッジ集などがある<sup>(8)(9)</sup>。

これらの知見が広まっていくのに従い、一般的な映像手法としての利用を広げる講習会や分析評価などが行われてい

る (11)～(15)。

以上により，全天球動画，全天球画像を使用した学習教材は教育教材として有効で，地理，歴史などに向けたものと考えられるが，教材として利用するには視聴の仕組みやインターアクティブ操作の仕組みを整える必要がある。本研究ではそれらの仕組みを実装し，視聴調査を行い，学習教材として有効であることを調査したい。

### 3 3D モデルと全天球動画を用いた学習教材

#### 3.1 基本構成

本教材は，全体の学習方向を決める大項目としてシナリオ手順関係データと，部分を構成する小項目データで構成される。大項目シナリオデータは筑後川に關係する小項目データを統括し，關係データを持つ。小項目データは，説明文と説明音声，画像，動画で構成されており，視聴中にコントローラで操作すると停止，飛ばし，關係する小項目への移動などの機能を持つ（図 1）。

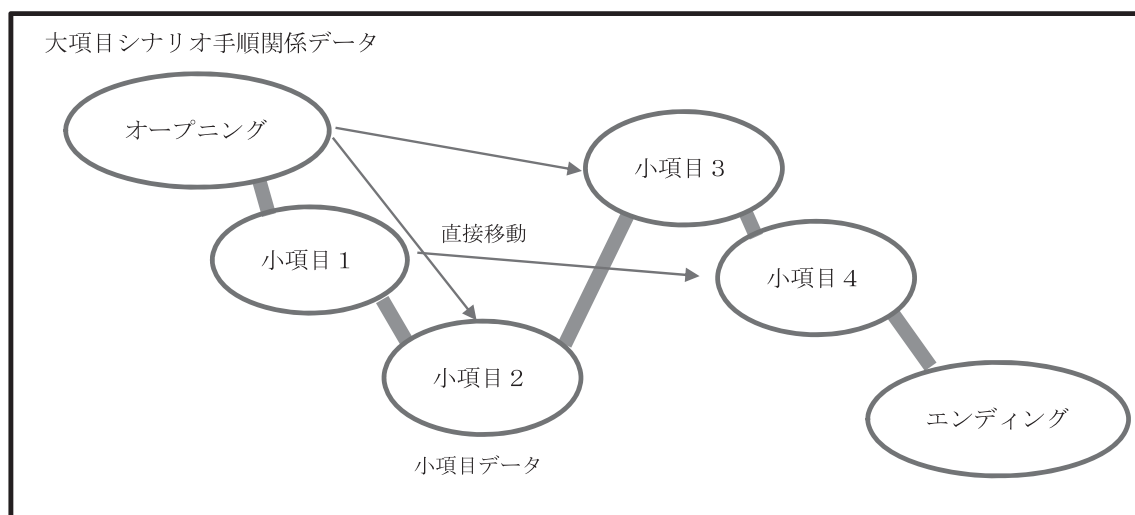


図 1 大項目と小項目の関係

#### 3.2 教材提示，視聴に使用する機材

本学習教材の視聴には，HMD（ヘッドマウントディスプレイ），教材提示用 PC，音響機器を使用する。HMD や音響機器は地域地理 3D モデルの内部から風景などを見渡し，対象となる全天球画像や説明などを選択することに使用し，対象選択後に全天球画像や動画と説明読み上げ音声の視聴に使用する。現在 HMD は HTC VIVE ヘッドマウントディスプレイを使用しており，メインディスプレイと HMD および音声の出力が必要であり，3D 動画機能を強化している（図 2）（図 3）。



図 2 HTC VIVE 対応 PC



図 3 HTC VIVE Corporation

### 3.3 教材製作に使用する機材

教材製作には全天球動画撮影用機材，編集用ソフトウェア，読み上げ音声作成ソフトウェア，3Dモデル作成ソフトウェアなどを使用する。

・教材撮影機材

RICOH SHETA S, SHETA V (図4)，デジタルカメラ，スマートフォン内蔵カメラなど

・開発ソフトウェア

Unity, PowerDirector 17, ColorDirector 7, THETA 変換ソフト, MeshLab, Maya 2018, AHS VOICEROID

・地形3Dモデルなどの基本データ

国土地理院 地理院地図3Dデータ他(図5)(図6)，各種の地域資料



図4 RICOH SHETA V



図5 地理院地図 本学本館付近 1961-1969

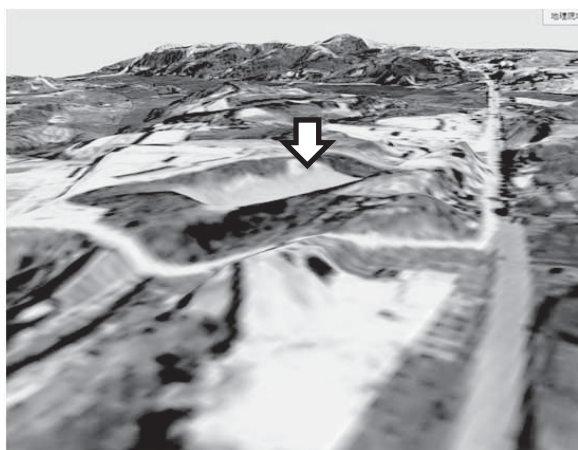


図6 地理院地図3D 本学本館付近 国道3号線視点より

### 3.4 効果的な学びのための資料の位置づけ

学習手法には多くの種類があるが，先進技術活用教材として期待されるものは「問題解決型学習」，「身体性インターアクション」に関係がある分野であろう。身体を動かすことによって認知概念的に現象や論理，構造などの理解を促進するための仕組みは古くからあるが，これらはセンサなどでコンピュータに動きをフィードバックさせることでより親和性や実現性が高まると考える<sup>(16)(17)</sup>。

本研究では，自ら視線方向を変えるというアクションや，全天球を見渡せる臨場感，コントローラの操作で用意されたいくつかの選択肢を選べるというインターアクションの機能を使用しており，動機づけ，知識の取得，感覚的理解などに効果があることを期待するものである。

### 3.5 教材の製作と実装

本教材はUnity開発環境に3Dモデルや全天球動画などを導入する形式で製作を行った。全天球動画は2台のカメラの半球動画の連結になっており(図7)、これを変形させて結合する。実際の視聴時には、動画をHMDなどでの任意の視点の移動に合わせてリアルタイムに変形させることで、通常の視聴を可能にしている(図8)。

受講を開始すると、背景に筑後川杷木付近の3Dモデルが表示され、ゆっくりと航空機の移動に似せた映像が流れ、受講の仕方や操作などの説明が流れる(図9)。コントローラを操作すると小項目選択シーンへ変化し、地域の3Dモデルと小項目の位置を示すターゲットオブジェクトが現れる(図10)。ターゲットオブジェクトをコントローラで選択すると該当する小項目にシーンが移り、静止画、全天球静止画、全天球動画などで構成された映像が流れる。同時に音声で該当シーンの説明が音声で流れる。

#### ・昇開橋シーンの説明音声例

「このシーンは昇開橋の項目になります。

昇開橋は筑後川河口に近い地点に建設された鉄道橋です。国鉄佐賀線の建設が昭和6年から始まっておりましたが昭和10年、佐賀線の延長とともに昇開橋が開通しました。全長は507メートルで、筑後川河口近くのため全長が長く、また同時に河川を使用する船舶の通行を妨げないため、中央部が23メートル上がるように作られています。

稼働する橋梁としては、跳ね橋、回転橋などがありますが、橋桁昇開橋としては現存する最古の昇開橋となっております。この橋を通る国鉄佐賀線は、昭和36年からは準急、急行列車が通るなど需要もありましたがモータリゼーションの発展とともに利用客は減少を始め、昭和55年には急行が廃止となり、昭和62年にはついに佐賀線が廃止となりました。これに従い同橋梁も使用停止。建設省からは撤去勧告がなされましたが、地元からは橋存続の要望が強く、しばらくは閉鎖されたまま保存となり、平成8年には遊歩道として整備、復活、また同時に橋の両岸に公園が整備されております。以上、説明をお聞きいただきありがとうございます。先に進む場合にはそのままお待ち下さい。次の橋に向かう場合は下ボタンをトリガーしてください」

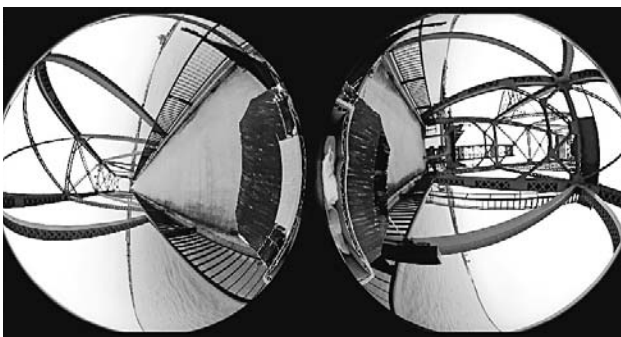


図7 撮影画像 昇開橋 変更処理前



図8 全天球画像 昇開橋 変更処理後

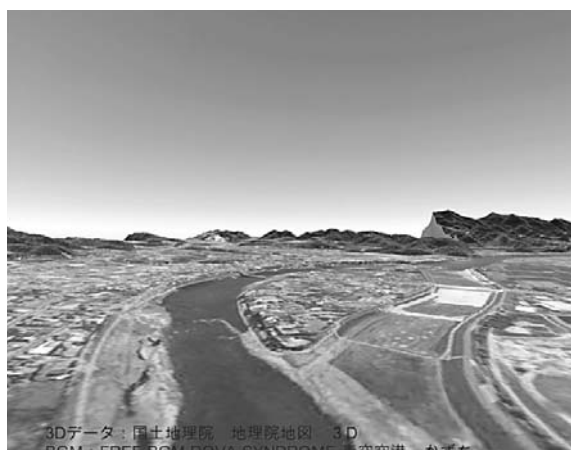


図9 オープニング説明シーン 杷木町付近

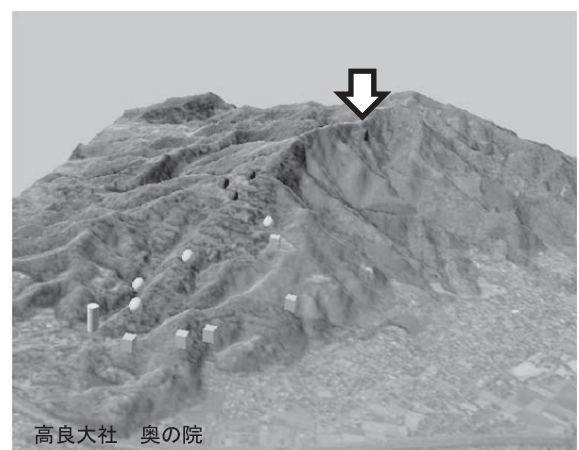


図10 小項目選択シーン

#### 4 おわりに

本研究では先端技術活用教材として、全天球カメラで取材、撮影し、3Dモデルを編集、Unity開発環境でこれらの資料を統合し、説明タグや説明音声を加えて学習教材の構成を行った。今後も取材と製作を続けてより教材の内容を充実させる予定である。またこれらの視聴機会を増やして、印象や感想、学習評価をフィードバックして、学習効果の高い教材にしていく。さらに今後はプログラミングを要する開発環境の部分と、シナリオや各種画像の部分分離して教材コンテンツデータとし、開発環境部分と独立して実装することを考えている。

また、これらの研究は2019年度久留米工業大学学長裁量経費の助成を受けたものである。

なお、これらの教材の作成に対しては多くの資料を活用する必要があるが、国土交通省国土地理院<sup>(18)</sup>、筑後川河川事務所<sup>(19)</sup>、筑後川・矢部川まるごとインターネット博物館<sup>(20)</sup>、筑後川防災施設くるめウス<sup>(21)</sup>やそのほか福岡県、久留米市などの様々な資料を引用、参考にさせていただきましたことを報告し感謝いたします。

#### 文 献

- (1) 文部科学省, “新時代の学びを支える先端技術活用推進方策 (最終まとめ)”, 令和元年 6 月 25 日
- (2) 舘 暲, “第 3 章 文化資源の公開と利用 – 人工現実感 –”, 令和元年 6 月 25 日, 文部科学省 文化資源の保存, 活用及び創造を支える科学技術の振興三章, 平成 16 年 2 月 19 日
- (3) F.Bernardiniet et al.: “Building a Digital Model of Michelangelo's FlorentinePieta”, IEEE Computer Graphics and Applications, Vol.22, No.1, pp.59-67
- (4) K.Ikeuchi et al.: Digital Presentation and Restoration of Cultural Heritage through Computer Vision Techniques, Proceedings of the 13th International Conference on Artificial Reality and Telexistence (ICAT 2003), pp.22-31, 2003.
- (5) 瀬戸崎典夫, 佐藤和紀, “平和教育実践における全天球パノラマ VR 教材の効果的な活用に関する検討”, 教育メディア研究 Vol. 23, No 2, 15-24
- (6) 森田裕介, 藤島宏彰, 瀬戸崎典夫, 岩崎勤, “デジタル教材を重畳提示する天体学習用 AR テキストの開発と評価”, 日本教育工学会論文誌 35, 81-84, 2011
- (7) 瀬戸崎典夫, 富永裕也, 森田裕介, “月の満ち欠けについて学ぶ探索型 VR 教材の開発”, 日本教育工学会論文誌 42 (Suppl.), 089-092, 2018
- (8) 松尾 法博, “デジタルコンテンツを利用した特別史跡名護屋城跡の活用”, 奈良文化財研究所デジタルコンテンツを用いた遺跡の活用, 平成 27 年度遺跡整備・活用研究集会報告書, 2016
- (9) 国土交通省観光庁観光資源課, “最先端 ICT (VR/AR 等) を活用した観光コンテンツ活用に向けたナレッジ集”, 平成 31 年 3 月
- (10) 山川 純次, “理科教育における Web ベースの対話型 3 次元結晶構造教材”, 岡山大学教師教育開発センター紀要第 3 号別冊, 2013
- (11) デジタルコンテンツ協会, “没入型映像システムに関する戦略策定報告書”, 機械システム調査開発 27-D-6, 平成 28 年 3 月
- (12) 岡田義広, 大井京, 芳賀瑛, 石偉, “電子教材開発者向け講習会”, 九州大学附属図書館教材開発センター, 平成 30 年 12 月
- (13) 中本涼菜, 谷岡遼太, 吉野孝, “VR を用いた被災体験とその対策を繰り返すことによる防災教育システムの提案”, 2017 年度情報処理学会関西支部支部大会
- (14) 袖山賢治, “拡張現実 (AR) と仮想現実 (VR) の教育分野への応用 – アクティブラーニングへのポテンシャル –, 日本教育工学協会 JAET2016\_A-2-3
- (15) 柴田隆史, 川道亨, “タブレット端末を用いた全天球画像教材と 3D 教材を活用したふさと学習の実践と評価”, 日本教育工学協会 JAET2017\_J-2-2
- (16) エドワード・F・レディッシュ, 科学をどう教えるか, 丸善出版, 平成 24 年 6 月
- (17) R.K. ソーヤー編, 学習科学ハンドブック 1～3 巻第 2 版, 北大路書房, 2018 年 6 月
- (18) 国土地理院, 地理院地図 3D, <https://maps.gsi.go.jp/>
- (19) 国土交通省筑後川河川事務所, <http://www.qsr.mlit.go.jp/chikugo/>
- (20) 筑後川まるごと博物館運営委員会, 筑後川・矢部川まるごとインターネット博物館, <http://www.chikugogawa-marugoto.net/>
- (21) NPO 法人筑後川流域連携倶楽部, 筑後川防災施設くるめウス, <http://kurumeus.net/>