

# 数値データの3D立体視化の実践と eラーニングにおける活用の可能性

青木成一郎<sup>†1</sup> 作花一志<sup>†1</sup>

**概要:** 数値データにおける3D可視化はこれまで数多く行われてきたが、制作及び再生リソース問題や制作ツールの問題から、立体視化まで行った事例は少ない。しかし、立体視化による可視性向上の恩恵は大きい。本稿では、著者らが学生指導において行った地形データの3D映像立体視化を具体例とし、視差を考慮した立体視動画の制作手法について紹介する。また、立体視映像による可視性向上の利点を生かしたeラーニングにおける活用の可能性について述べる。

**キーワード:** 3D, 可視化, 立体視, eラーニング

## Practice of 3D stereoscopicization of numerical data and possibility of utilization in e-learning

SEIICHIRO AOKI<sup>†1</sup> KAZUYUKI SAKKA<sup>†1</sup>

**Abstract:** Although numerous 3D visualization in numerical data has been done so far, there are few examples of performing stereoscopic viewing due to problems of production and reproduction resource problems and production tools. However, the benefits of improved visibility due to stereoscopic vision are great. In this paper, we introduce 3D image stereoscopicization of terrain data conducted by us in student guidance, and show how to create stereoscopic moving images with parallax taken into account. In addition, the possibility of utilization in e-learning which exploits the advantage of improvement of visibility by stereoscopic video is described.

**Keywords:** 3D, Visualization, Stereoscopic Viewing, e-Learning

### 1. はじめに

数値データの3D可視化は、分野を問わず、これまで数多く行われてきたが、制作及び再生リソース問題や制作ツールの問題から、立体視化まで行った事例は少ない。しかし、立体視化による可視性向上の恩恵は大きく、研究[1]のみならず学習においては優れたコンテンツとなり得る。著者ら（青木、作花）が専門とする天文学の分野におけるコンテンツの実例としては、国立天文台の4次元デジタルプロジェクトが制作及び整備する（立体視）天体シミュレーター Mitaka 及びシミュレーションデータ等を用いた立体視3D動画などが存在し、これらのコンテンツは公開[2]され、誰でも自由に使用することが可能となっている。これらのコンテンツを用いて立体視投影しながら大学教員が行う小中学校での出前授業や、科学館・博物館や天文台における展示等が活用事例となる。著者（青木）も京都大学において、太陽のX線映像や磁場映像などの立体視3D動画を制作指揮[3]しており、これらの動画コンテンツと Mitaka と組み合わせ、生涯学習施設、予備校、小学校などでの講演を行ったり、博物館や天文台での展示[4]において上映及び指揮を行ったりしてきた。著者が立体視コンテン

ツを教育ツールとして活用している[5]のは、映像に興味を持たせ易いと同時に、直感的に現象を把握しやすいためである。また、視聴者との対話的要素を含めた運用も易く、科学コミュニケーションツールとして活用しやすい点も利点として挙げられる。なお、近年では、京都大学における「地（知）の拠点整備事業」（2015年度）及び学内授業（天文台で学ぶ地域科学コミュニケーション、2015年、2016年）の一環として、科学コミュニケーションスキルを身に付けるツールとしても著者はこれらのコンテンツを活用している。

これらの経験と実績を踏まえ、2016年度からは京都情報大学院大学の修了プロジェクトの学生指導において、著者らは立体視化を含めた3D可視化を行った。その実例紹介と、eラーニングコンテンツにおける立体視3Dコンテンツ活用の可能性について述べるのが、本稿の目的である。なお、ポスター発表会場に、立体視3D動画とプロジェクトを持ち込み、実際にコンテンツを閲覧可能とする予定である。

### 2. 地形データの3D映像立体視化の実例

本節では、京都情報大学院大学の大学院生が著者ら（青木、作花）の指導の元に行った、修了プロジェクト開発・研究（修士レポート「Rによる地形データの可視化」（佐々

<sup>†1</sup> 京都情報大学院大学  
The Kyoto College of Graduate Studies for Informatics

木拓夢氏（、2017年3月修了）の実例を紹介する。

上記プロジェクトでは、国土地理院の基盤地図情報数値標高モデルをデータとして使い、R言語による統計処理を用いて、富士山及び近傍の地形を対象とした3D可視化を行った。また、プロジェクトにおいて、3D可視化は立体視化も含めて行っている。用いた標高モデルデータの解像度は、東西及び南北方向へ10mメッシュ、高さ方向に5mメッシュとしている。可視化範囲は、富士山を中心として東西及び南北に各22.5kmとした。データ処理はR言語で行うため、Rstudio及びEZRを用い、ライブラリとしてrgdal及びrglを用いた。前者は今回利用したデータのような地理情報データを処理するために用い、後者は3D図を制作するために用いた。

図1は、可視化範囲について、標高モデルデータの標高情報を元にcontour図を作成したものである。ここでは、海拔0mから400mまでを16等分割し、250mごとに色分けしている。このような色分けした理由は、鳥瞰図にした際に、自然の地形をイメージしやすいからである。

等高線(contour)図

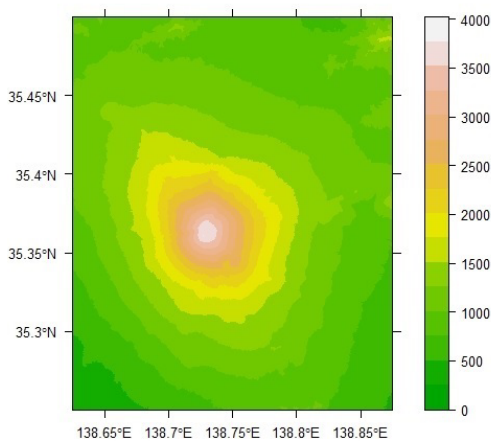


図1 富士山の高さごとの contour

図2は、立体視化する前段階として作成した鳥瞰図である。大沢崩（富士山正面の谷部分）を正面に、富士スバルラインを、大沢崩の左方のジグザク状模様として確認できる。道路の形状まで確認可能となったのは、東西南北方向に10mごと、高さ方向に5mごとのデータを使用したからである。

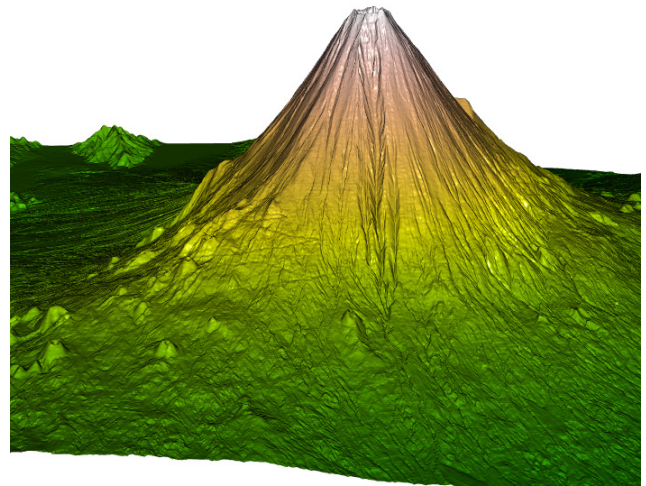


図2 富士山の鳥瞰図

以上が、3D可視化に関するものである。本論文は、富士山の地形データを立体視化に関して述べる論文である。そのため、次節では、今回行った具体的な立体視化の手法を説明する。

### 3. 立体視化の方法

今回は、静止画よりも全体的な構造を把握しやすく、動画の立体視化を行った。具体的には、富士山を視点の中心に置きつつ、180度視点変更する動画を制作した。富士山からの距離は変更せずに視点変更しているため、富士山を半周分周回する動画である。この視点変更の場合、立体視化動画は非常にシンプルに制作することができる。また、立体視動画のフォーマットとしてはWindows Media Video (wmv)を用い、サイドバイサイド形式とした。サイドバイサイド形式としたのは、民生用3Dプロジェクタや3Dテレビ等で広く採用されているアクティブシャッター方式の立体視システムに対応するためである。今回制作した動画は、具体的に、以下の手順で制作することができる。

- (1) 富士山を視点の中心に置き、Rstudioにおいて180度回転させ、1度角度が変化するとスナップショットを1枚撮影し、画像として保存する。なお、画像名には数字を含め、撮影順に連番とする。
- (2) 画像番号が0番から179番を連番の順番に結合して動画を作成する(図3赤枠部分相当)。また、画像番号が1番から180番の順番に結合した動画を別途作成する(図3青枠部分相当)。前者は前者が右目用動画、後者が左目用動画となる。
- (3) 動画編集ツールを用いて、右目用動画と左目用動画を左右横並びにして結合する(サイドバイサイド立体視動画)。この際、出力する動画は、Full HD (1920×1080)の解像度とし、動画フォーマットはWindows Media Video形式(拡張子wmv)と

した。

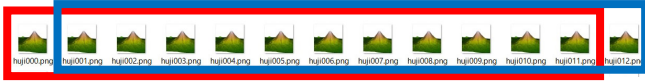


図 3 立体視化の手法

図 3 における赤枠は右目用動画作成のために用いた連番画像の例、青枠は左目用動画作成のために用いた連番画像の例、である。1枚分使用画像をずらしている理由は、富士山を半周周回しながら撮影する画像が1度ごとであり、この角度が左目用動画と右目用動画の視差の1度と一致するためである。

上記(1)から(3)の作業により、解像度が Full HD の wmv フォーマットの、サイドバイサイド立体視動画を制作できる。図 4 が実際に制作したサイドバイサイドの動画のスナップショットである。図 4 の左側の画像は左目用動画、右側の画像は右目用動画である。図 4 において左右に並んだ画像に違いを感じることができないのは、左右の動画の視差の違いが1度と非常に小さいためである。

この手法により、佐々木拓夢氏が京都情報大学院大学修士プロジェクト開発・研究(「Rによる地形データの可視化」)の一環として制作し、最終試験において立体視投影を行った。

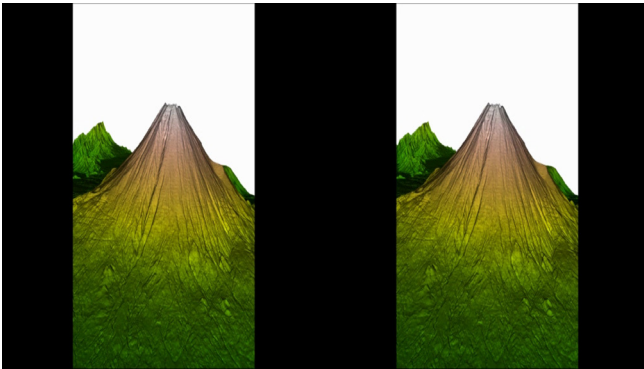


図 4 サイドバイサイド形式の立体視動画

#### 4. 立体視化映像の e ラーニングにおける活用可能性

本節では、立体視化 3D 映像の e ラーニングにおける活用可能性について述べる。

まず、e ラーニングの議論の前に、立体視映像による教育活用について述べる。立体視映像を用いて著者らが行ってきた天文教育は、これまで近畿地方に限らず、中部地方など広範な地域で数多く行ってきた(のべ聴講者数約3万4千名)。この実績を踏まえ、天文教育については、受け手側と語り手側への教育において優れていると言える[5]。前者は、天文教育普及の観点であり、後者は、科学コミュニケーション教育の観点である。前者の天文教育普及の面で

は、立体視のおかげで奥行き方向の構造を容易に捉えられ、天体現象を直感的に理解しやすい利点のほか、立体視によるコンテンツへ取り付きやすさから天文学へ興味を持つきっかけとなり、宇宙へ親近感の増加が期待される利点を挙げることができる。終了後にアンケート調査を行った講演では、小学生の保護者からの回答において、「子どもについてきているうちに天文に少しずつ興味を持ってきました」などの記述があり、天文学に興味が無い人も興味を持つ実例もある。また、後者の科学コミュニケーション教育の面では、立体視映像は、聞き手の注意と興味を引きつけやすく、話しやすい環境となることが大きな利点である。著者は、立体視映像を使った解説員として天文愛好家や大学生/大学院生や高校生を教育(のべ育成数104名)し、実際に小学生などの前で解説させているが、その際、聴衆を盛り上げつつ、わかりやすく解説する経験を積みやすい状況に立体視映像を使うことで実現できる。

これら立体視映像を使った対面教育の経験を踏まえ、今後、e ラーニングにおける、立体視の活用を模索していく。ここでは、その活用の可能性について述べる。現在、著者が所属する京都情報大学院大学では、学習管理支援システムとして KING-LMS を利用し、ビデオ映像による非同期ラーニングに活用している。例えば、ビデオコンテンツとして立体視コンテンツを活用することが考えられる。受信側に立体視映像を視聴する環境(3Dテレビや3Dプロジェクタ)が必要ではあるが、立体視映像による興味の引きつけやすさ、3D映像における奥行き方向の情報を直感的にとらえやすい利点を生かすことが考えられる。奥行き情報のとらえやすさの点では、例えば、著者らが以前制作した太陽の動画(図5)を実例に挙げることができる。図5の赤及び青は観測から得られた表面の磁場情報であり、黄色のチューブ状の線は観測データを元に計算した磁力線である。2D投影では、磁力線の重なりを正確に捉えることができないが、立体視動画を制作し、立体投影することで磁力線の重なりを一瞥し、現象を正確に捉えやすくなる。

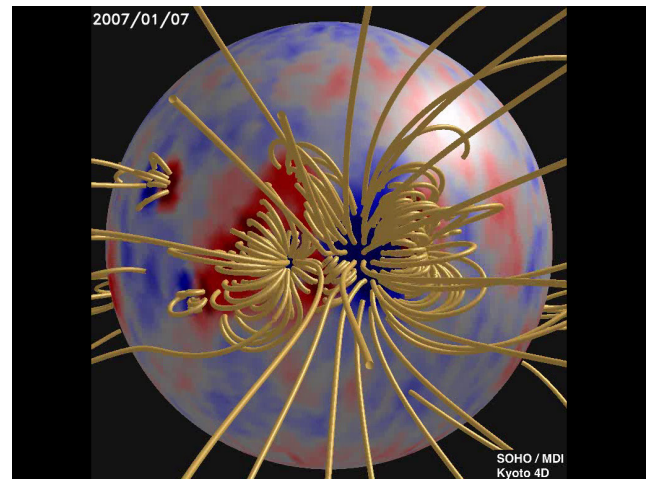


図 5 著者が制作指揮した天文映像コンテンツ



このように立体視映像は、オブジェクトが重なっている場合に、前後の位置関係を視点変更せずとも把握できる。例えば、今回、京都情報大学院大学の大学院生が制作した富士山のまわりを半周周回する立体視動画について言えば、今回は標高データのみ表示したが、今後、メッシュごとに雨量データをヒストグラムで表示するなど情報を付加することが考えられる。視線方向によってはオブジェクトが重なり、状況を把握することに困難が生じる可能性が考えられるが、立体視動画であれば、視点変更せずとも、奥行き方法も含めて一瞥で状況を把握できる。ビデオ映像による e ラーニングの場合、対面ではないため、受講者の理解の進捗に合わせた説明は不可能であり、誤解が生じずに正確に情報を伝える工夫が必要である。特に 3D 映像を使ったコンテンツの場合、通常の PC モニタにおける 2D 投影の画面を見ながらの受講では、説明の理解に困難を生じる可能性がある。そこで、奥行き情報を視覚的に付加した 3D 立体視の画面を 3D 立体投影プロジェクタや 3D テレビを使って視聴しながら受講することで学習効果が上昇することが期待される。立体視動画の利点を生かした e ラーニングコンテンツの活用を検討は今後の課題であるが、検討の第 1 段階として、京都情報大学院大学の KING-LMS (学習管理支援システム) において、今回制作した立体視化動画を実装した。その実装例が図 6 である。実際には、Full HD 解像度に設定した PC から 3D 投影機器に入力し、この動画コンテンツを全画面再生することで立体視することができる。本例を足がかりとして、今後、e ラーニングにおける立体視 3D コンテンツの可能性について探っていきたい。

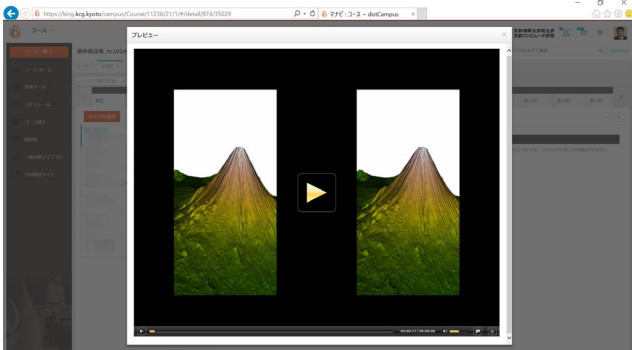


図 6 京都情報大学院大学 KING-LMS (学習管理支援システム) における立体視化動画実装の実例

## 5. まとめ

京都情報大学院大学の修了プロジェクトにおける学生指導により、地形データを用いた立体視 3D 動画を制作した。制作したコンテンツは富士山を半周周回する立体視 3D 動画である。半周の間に中心となる富士山に対する視点を角度 1 度ごとに変化させながらスナップショットを撮り、その画像から左目用映像及び右目用映像を作成し、最終的にサイドバイサイド形式で制作している。本コンテンツを、京

都情報大学院大学の KING-LMS (学習管理支援システム) へ実装し、これを始めとして、今後、e ラーニングにおける立体視 3D コンテンツの活用の可能性について、探っていきたい。

**謝辞** 本研究の一部は JPSF 科研費 15K01099, 16H3087 の助成を受けたものである。また、本論文執筆にあたり、資料及びデータ提供を頂いた佐々木拓夢氏に、謹んで感謝の意を表す。

## 参考文献

- [1] Okumura, J., D. Mineyama, H. Watanabe, T. Nakamura, K. Otsuji, T. Matsumoto, S. I. Aoki, E. Asano and K. Shibata. "Three Dimensional Visualization of the Solar Corona using Soft X-ray Images taken with Yohkoh/SXT and Hinode/XRT". in The 1st ICSU World Data System Conference, 2011. <http://pacocat.com/sun/IGY50.pdf>
- [2] 国立天文台 4 次元デジタル宇宙プロジェクトウェブサイト <http://4d2u.nao.ac.jp/t/index.html>
- [3] 青木成一郎. "京都大学花山天文台での天文教育普及活動&4 次元デジタル宇宙シアター". 2015, <http://www.museum.kyoto-u.ac.jp/modules/event/content0513.html>
- [4] 青木成一郎. "京都大学総合博物館特別展「明月記と最新宇宙像」関連イベント 4 次元デジタル宇宙シアター". 2014, <http://www.museum.kyoto-u.ac.jp/modules/special/content0044.html>
- [5] 青木成一郎. "京都大学 4 次元デジタル宇宙シアターによる天文普及活動". 宇宙ユニットシンポジウム, 2017, [https://www.uss.kyoto-u.ac.jp/etc/symp10/short\\_presentation/short\\_presentation\\_10\\_61.pdf](https://www.uss.kyoto-u.ac.jp/etc/symp10/short_presentation/short_presentation_10_61.pdf)
- [6] 青木成一郎. "京都大学の 4 次元デジタル宇宙シアターにおけるコラボ". 天文教育普及研究会・近畿支部会, 2015, <http://tenkyo.net/shibu/kinki/20151213/>