



# 二眼カメラ立体映像を大型裸眼立体視ディスプレイで直ちに閲覧できるシステムの開発

Real-time naked-eye stereoscopic viewing system for monocular camera images

板宮朋基<sup>1)</sup>, 中野亜希人<sup>1)</sup>, 高才 東<sup>2)</sup>, 小松紀子<sup>2)</sup>, 沢井奈津子<sup>3)</sup>, 安部貴大<sup>2)</sup>

Tomoki ITAMIYA, Akito NAKANO, Azuma KOSAI, Noriko KOMATSU, Natsuko SAWAI, Takahiro ABE

- 1) 神奈川歯科大学 歯学部 総合歯学教育学講座 (〒238-8580 神奈川県横須賀市稲岡町 82 番地, itamiya@kdu.ac.jp)
- 2) 神奈川歯科大学 歯学部 口腔外科学講座 (〒238-8580 神奈川県横須賀市稲岡町 82 番地)
- 3) 神奈川歯科大学 歯学部 教育企画部 (〒238-8580 神奈川県横須賀市稲岡町 82 番地)

**概要:** 本研究では, 二眼カメラで撮影した立体映像ファイルを自動変換し 27 インチの大型裸眼立体視ディスプレイで直ちに閲覧できるシステムを開発した. 裸眼立体視タブレット ZTE nubia Pad 3D の二眼カメラで撮影した映像を独自に開発したソフトウェアで自動変換し, ソニー空間再現ディスプレイ ELF-SR1 および ELF-SR2 における裸眼立体視を可能にした. ELF-SR1/2 で立体映像を再生できるソフトウェアも開発した. 切開・縫合や歯科麻酔, 抜歯など歯科口腔外科手技の立体映像教材の作成と実習における活用を行い, 有用性が示唆された.

**キーワード:** 裸眼立体視, 立体映像, 二眼カメラ, ステレオ写真, 教育, 口腔外科, 医学, 歯学

## 1. はじめに

歯科医学教育において, 切開・縫合や抜歯などの基本的な手技は歯学部 4 年生の実習において学ぶ. 初心者である学生は 2 次元ディスプレイ上で再生される映像教材や教員の模範手技を直接目にする事で手法を学ぶが, 修得には時間を要する. 二眼カメラを用いて立体映像を作成し, ヘッドマウンティッドディスプレイ (HMD) で閲覧する取り組みも行われているが, デバイスの装着が必須であり, 衛生管理や長時間の利用などの面で課題がある[1]. HMD が不要な裸眼立体視ディスプレイの研究開発は従来から行われているが, 画質や画面更新速度に課題があり, 高性能なものは価格が非常に高いなど日常的な教育に用いることは困難であった. ソニーが 2020 年 10 月に発売を開始した空間再現ディスプレイ ELF-SR1 は従来の問題点を解決し, 体験者の顔の高速認識により 3D-CG モデルを立体的に 4K 解像度で表示でき, 解剖学教育における有用性が示唆されている[2]. 2023 年 6 月には 27 インチの大型ディスプレイで裸眼立体視が可能な ELF-SR2 が発売された[3]. しかし, 立体映像再生ソフトウェアは用意されていない. 二眼カメラは従来から複数存在するが, 魚眼レンズを用いた機種で撮影した立体映像は裸眼立体視ディスプレイで再生すると映像の端の部分が歪むため, 適していない. ZTE が 2023 年 4 月に発売を開始した裸眼立体視タブレット nubia Pad 3D(米国では Leia Lume Pad 2)[4]には, 標準画

角で撮影が可能な二眼カメラが装備されている. 本研究では, nubia Pad 3D の二眼カメラで撮影した映像ファイルを独自に開発したソフトウェアで自動変換し, ソニー空間再現ディスプレイ ELF-SR1/2 における裸眼立体視を可能にした. ELF-SR1/2 で立体映像を再生できるソフトウェアも新たに開発した. 縫合や抜歯などの歯科手技の立体映像教材の作成と実習における活用を行い, 有用性を検証した.

## 2. 二眼カメラ映像の裸眼立体視化システム

本システムは, タブレット ZTE nubia Pad 3D およびソニー空間再現ディスプレイ ELF-SR1 または SR2 および空間再現ディスプレイ 動作 PC(Dell G16:CPU Core i7-13650HX, RAM 16GB, GPU: NVIDIA GeForce RTX 4060, OS: Windows 11)から成る.

### 2.1 二眼カメラ映像の立体再生ソフトウェア

二眼カメラで録画された Side by Side または Top and Bottom の映像を, ソニー空間再現ディスプレイ ELF-SR1/2 上で再生し裸眼立体視できる「SRD Movie Player」を開発した. キーボードの操作により一時停止, 倍速再生, スロー再生が可能である. 立体映像は ELF-SR1 の場合 15.6 インチ, ELF-SR2 の場合 27 インチの画面にフルスクリーン表示される. 立体映像の飛び出し度や明るさのコントラストはキーボードの操作によって設定できる. また, 映像の周囲にフェードエフェクトを施した黒い枠を表示することで, 立体映像に対する没入感を増している.

## 2.2 二眼カメラ映像の変換ソフトウェア

ZTE nubia Pad 3D の二眼カメラで録画された動画ファイルは、そのままの状態では SRD Movie Player で再生すると横長になり正しく閲覧できない。正しい縦横比で再生するためには縦方向を 1.5 倍に引き延ばす必要があることが分かった。そこで、nubia Pad 3D で録画された動画ファイルの縦方向を 1.5 倍に引き延ばして出力する「LumePad2SRD」を開発した。nubia Pad 3D で撮影された動画ファイル(MP4)は、左右の動画と音声ファイルが含まれている。「LumePad2SRD」では以下の手順で合成を行っている。

1. MP4 動画ファイルから左右の動画を抽出
2. 左目用と右目用の各動画の縦横比を変更
3. Side by Side 形式のひとつの動画に合成
4. MP4 映像から音声を抽出
5. 3.で作成したサイドバイサイド動画に合成し出力

図 1 に LumePad2SRD の動作画面を示す。

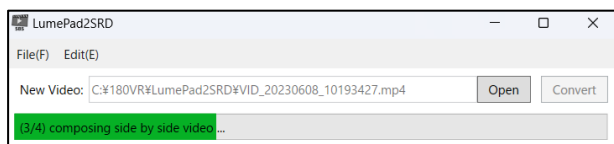


図 1: LumePad2SRD の動作画面

## 3. システムの実用と評価

### 3.1 性能の評価

LumePad2SRD は、nubia Pad 3D で録画された 1 分間の立体動画ファイル(MP4)を約 2 分 50 秒で変換して出力できた。SRD Movie Player を用いて、ソニー空間再現ディスプレイ ELF-SR1/2 で正しい縦横比で再生し、裸眼立体視できた。nubia Pad 3D にも 12.4 インチの裸眼立体視ディスプレイが装備されているが、27 インチの ELF-SR2 で再生した方が自然な立体感を得ることができた。

### 3.2 歯科医師による評価

nubia Pad 3D の二眼カメラで録画された口腔外科医による模擬手技の映像を 5 名の歯科医師が閲覧し、評価を行った。歯科医師らは、従来の 2 次元ディスプレイ上の映像では把握が困難であった手や器具と口腔模型との前後関係がよく理解できる様になり、教育や研修に有用であるとコメントした。図 2 に立体映像の撮影の様子を示す。

### 3.3 学生実習における実用

2023 年 7 月 10 日に神奈川歯科大学にて行われた「口腔外科学」実習において、本学歯学部 4 年生 116 名全員が本システムを用いた。切開・縫合、歯科麻酔、抜歯の 3 種類の立体映像を閲覧し、その後各手技の実習を行った。図 3 に実習において学生が閲覧している様子を示す。

## 4. まとめと今後の展望

本研究では、二眼カメラで撮影した立体映像を自動変換し 27 インチの大型裸眼立体視ディスプレイで直ちに閲覧できるシステムを開発した。5 名の歯科医師による評価の結果、教育や研修における本システムの有用性が示唆された。今後は、歯学部以外の科目の実習においても本シ

テムを活用し、裸眼立体視と 2 次元表示の際の教育効果の差の検証を行う。今後、標準画角で撮影が可能な二眼カメラと裸眼立体視ディスプレイがより低価格で登場することにより、手技の立体映像を日常的に作成し裸眼立体視を教育に活用することが一般的になることが期待される。

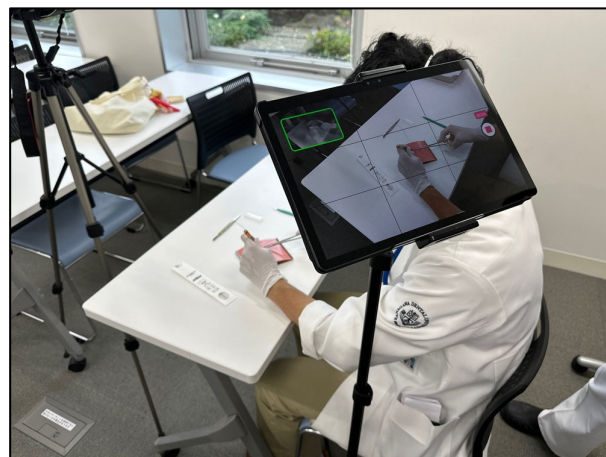


図 2: 立体映像の撮影の様子

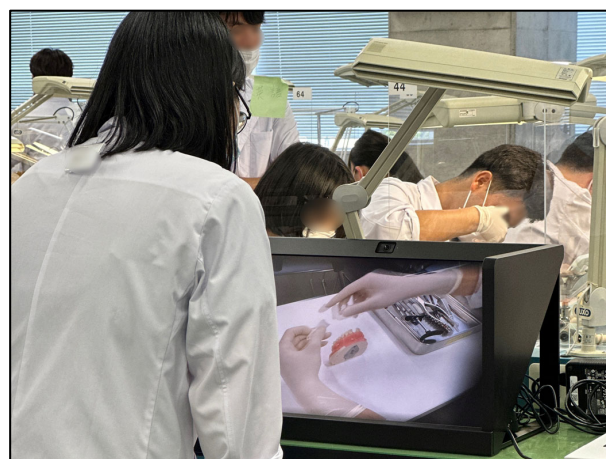


図 3: 実習において学生が閲覧している様子

### 参考文献

- [1] Hirota, M.; Kanda, H.; Endo, T.; Miyoshi, T. Comparison of visual fatigue caused by head-mounted display for virtual reality and two-dimensional display using objective and subjective evaluation. *Ergonomics*. 2019, 62(6):759-766.
- [2] Itamiya, T.; To, M.; Oguchi, T.; Fuchida, S.; Matsuo, M.; Hasegawa, I.; Kawana, H.; Kimoto, K. A Novel Anatomy Education Method Using a Spatial Reality Display Capable of Stereoscopic Imaging with the Naked Eye. *Appl. Sci*. 2021, 11, 7323. <https://doi.org/10.3390/app11167323>
- [3] ELF-SR2. Available online: <https://www.sony.jp/spatial-reality-display/products/ELF-SR2/> (accessed on 10 Jul, 2023)
- [4] nubia Pad 3D – ZTE Device Japan. Available online: <https://www.ztedevices.com/jp/product/nubia-pad-3d/> (accessed on 10 Jul, 2023)