



# 二眼カメラ立体映像をリアルタイムに大型裸眼立体視ディスプレイに表示できるシステムの開発

Development of a system that can display stereoscopic images from a dual-lens camera on a large spatial reality display in real time

板宮朋基<sup>1)</sup>, 中野亜希人<sup>1)</sup>, 高才 東<sup>2)</sup>, 清水玲那<sup>2)</sup>, 石田孝文<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, Reina SHIMIZU, Takafumi ISHIDA, Noriko KOMATSU,  
Natsuko SAWAI, and Takahiro ABE

1) 神奈川県立歯科大学 歯学部 総合歯学教育学講座 教育学分野

(〒238-8580 神奈川県横須賀市稲岡町 82, itamiya@kdu.ac.jp)

2) 神奈川県立歯科大学 臨床科学系 口腔外科学講座 口腔外科学分野

3) 神奈川県立歯科大学 歯学部 教育企画部

**概要**: 本研究では, 二眼カメラで撮影した立体映像をリアルタイムに 27 インチの大型裸眼立体視ディスプレイに表示できるシステムを開発した. 二眼カメラ Kandao QooCam EGO で撮影している立体映像を, 27 インチソニー空間再現ディスプレイ ELF-SR2 等においてリアルタイムに裸眼立体視できる. iPhone 15 Pro を用いて過去に撮影した立体映像も再生できる. 複数の歯科医師が評価し, 歯科手技教育における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, リアルタイム, 教育, 口腔外科

## 1. はじめに

歯科医学教育の口腔外科学分野において, 切開・縫合や麻酔・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従来は 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, 奥行き方向の正確な知覚は困難であるため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 15.6 インチの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なかったため, 筆者らは ELF-SR1/2 用の立体映像再生ソフトウェア「SRD Movie Player」を開発し, 歯科医学教育に実用した[4]. 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. ZTE nubia Pad 3D(米国では Leia Lume Pad 2)[5]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が, リアルタイム映像送には対応していない. 本研究では, リアルタイム映像送に対応した二眼カメラ Kandao QooCam EGO[6]で撮影した立体映像データを, 独自に開発したソフトウェアを用いて 27 インチの大型裸眼立体視ディスプレイにおいて裸眼立体視できるシステムを開発した. 本システムを用いて縫合や抜歯などの歯科手技を複数の口腔外科医が行い, 有用性を検証する.

## 2. 二眼カメラ映像のリアルタイム裸眼立体視化システム

本システムは, Kandao QooCam EGO および 27 インチソニー空間再現ディスプレイ ELF-SR2 および空間再現ディスプレイ動作 PC(Dell Alienware x14:CPU Core i7-12700H, RAM 32GB, GPU: NVIDIA GeForce RTX 3060 6GB, OS: Windows 11 Home)から成る.

### 2.1 二眼カメラ Kandao QooCam EGO

二眼カメラ Kandao QooCam EGO は, Side by Side 形式で立体映像を録画できるが, リアルタイム映像送でも可能で

ある。カメラ本体と PC を USB 接続することにより、PC からは Web カメラとして認識され、4K 解像度の Side by Side の映像をリアルタイムに送出（ライブ出力）できる。レンズから 40cm 程度の近接域にある物体の立体撮影も可能であるが、ピントの調整は手動で行う必要がある。

## 2.2 二眼カメラ映像のリアルタイム裸眼立体視ソフトウェア SRD Movie Player Live

本研究で開発した SRD Movie Player Live は、27 インチソニー空間再現ディスプレイ ELF-SR2 において Side by Side 形式のリアルタイム映像の裸眼立体視を可能にする。また、iPhone 15 Pro を用いて過去に撮影した空間ビデオも再生できる。図 1 に ELF-SR2 における SRD Movie Player Live の動作の様子を示す。実際には、映像内で手に持っている歯科模型はディスプレイの手前側に飛び出して見える。なお、15.6 インチ裸眼立体視ディスプレイを内蔵した PC である Acer ノートパソコン ConceptD 7 SpatialLabs Edition[7]でも同様のことが実現できる。



図 1: SRD Movie Player Live の動作の様子

## 3. システムの実用と評価

### 3.1 性能の評価

Kandao QooCam EGO で撮影された Side by Side 形式のリアルタイム立体映像を SRD Movie Player Live を用いて ELF-SR2 に裸眼立体表示した場合の表示遅延（レイテンシー）は 0.3 秒(300ms)であった。Acer ConceptD 7 SpatialLabs Edition における場合の遅延は 0.4 秒(400ms)であった。また、iPhone 15 Pro を用いて撮影した空間ビデオを Side by Side 形式に変換した立体映像も裸眼立体表示できた。

### 3.2 歯科医師による評価

本システムを用いて口腔外科医 6 名が縫合や麻酔、抜歯、衛生手洗いなどの歯科手技を行い、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ようになり、教育や研修に有用であるとコメントした。表示遅延については、手技を行っている術野の様子を学生に同時表示する用途においては問題ないとコメントした。iPhone 15 Pro で撮影した空間ビデオの裸眼立体視品質は、実習における利用に効果的とコメントした。図 2 に歯科医師による評価の様子(Acer ConceptD 7 SpatialLabs Edition を用いた場合)を示す。図 2 の右側には、歯科ユニット用照明に近接して配置した Kandao QooCam EGO を示す。



図 2: 歯科医師による評価の様子

## 4. まとめと今後の展望

本研究では、リアルタイム映像送出に対応した二眼カメラ Kandao QooCam EGO で撮影した立体映像データを、独自に開発したソフトウェアを用いて 27 インチソニー空間再現ディスプレイ ELF-SR2 等において裸眼立体視を行えるシステムを開発した。複数の口腔外科医が評価し、歯科手技教育における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ステムを活用し、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。また、クローズドな LAN 環境内での複数裸眼立体ディスプレイへの立体映像同時配信システムの実現も行う。

### 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, 2024)
- [4] 板宮朋基, 中野亜希人, 高才東, 小松紀子, 沢井奈津子. 安部貴大: 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鑑賞できるシステムの開発. 第 28 回日本バーチャルリアリティ学会大会, 1C2-05, 八王子, 2023.9.12-14.
- [5] nubia Pad 3D – ZTE Device Japan. Available online: <https://www.ztedevices.com/jp/product/nubia-pad-3d/> (accessed on 10 Jul, 2024)
- [6] Kandao QooCam EGO . Available online: <https://www.kandaovr.com/ja/qoocam-ego>(accessed on 10 Jul, 2024)
- [7] Acer ConceptD 7 SpatialLabs Edition. Available online: <https://acerjapan.com/notebook/conceptd/conceptd-7-spatiallabs/CN715-73G-SL76Z/>(accessed on 10 Jul, 2024)