



# 体外循環装置における医療技術教育に特化した VR 訓練システムの開発

Specializing in medical technology education in extracorporeal circulation equipment  
Development of VR training system

笠井亮佑<sup>1)</sup>, 田中裕香子<sup>1)</sup>, 安藤ゆうき<sup>1)</sup>, 島峰徹也<sup>1)</sup>, 上條史記<sup>1)</sup>, 加納敬<sup>1)</sup>,  
荻野稔<sup>1)</sup>, 篠原一彦<sup>1)</sup>, 田仲浩平<sup>1)</sup>

Ryosuke KASAI, Yukako TANAKA, Yuki ANDO, Tetsuya SHIMAMINE, Fuminori KAMIJO, Takashi KANO,  
Minoru OGINO, Kazuhiko SHINOHARA, and Kohei TANAKA

1) 東京工科大学医療保健学部臨床工学科 (〒144-8535 東京都大田区西蒲田 5-23-22, ryo.n315@icloud.com)

**概要:** 人工心肺装置や ECMO 等の体外循環装置は、患者の循環動態を正しく把握し、適切かつ正確な操作や調整が求められるため、日々のトレーニングが必須となる。そこで、体外循環装置の一つである人工心肺装置における医療技術教育に特化した VR トレーニングシステム (MVR-CPBS) を開発し、いつでもどこでもだれでも利用できる生命維持管理装置の医療技術教育 DX を構築した。これまでの医療技術教育における問題点の抜本的解決や変容に寄与し、従来の医療技術教育では不可能であった学びの環境を提供につながることを期待される。

**キーワード:** バーチャルリアリティ, 医療技術教育, 教育 DX

## 1. はじめに

昨今, Covid-19 蔓延に伴い, 重篤化した患者に対して人工心肺装置の簡易版である ECMO (体外式膜型人工肺) や, 人工呼吸器等の生命維持管理装置を用いた治療が多くなされている。一方, 人工心肺装置や ECMO 等の体外循環装置の操作や管理には, 専門的な知識や技術が必要であり, 現在日本国内には十分な知識や技術を有した医療職種が不足しており, 重篤化した患者に対する体外循環装置の積極的導入が難しいことが明らかとなっている。しかし, 人工心肺装置や ECMO 等の体外循環装置の教育には, コストや保有台数, 保管やトレーニング場所等の問題が挙げられる。また, 各医療職種養成校においても体外循環装置の医療技術教育環境は整っておらず, 医療現場での実経験を通して学ぶことが現状となっている。

現在我が国では, デジタルと専門分野の掛け合わせによる DX 化が求められている[1]。医療における教育 DX とは, 経済産業省が定義する DX を医療教育分野に基づいた場合, 「医療教育を行う場面におけるデータとデジタル技術を活用して患者や医療従事者等のニーズを基に, 教育やトレーニングの環境, 方法, 訓練等を変革するとともに, 医療教育そのものや, 組織, プロセス, 教育文化を変革し, より良い医療の提供につなげる」と想定される[2]。

教育 DX の重要な点として, 教育のデジタル化のみではなく, ICT の活用により, 得られたデータをいかに活用して, 個人教育の効率化と創造的な学びを実現することが挙げられる。そのような背景の中, IoT, ビックデータ, ロボット, 人工知能, バーチャル技術等の活用や発展はめざましく, 医療分野においても様々な応用がなされている。その中でも Virtual Reality (VR) 技術は, 手術支援やトレーニングシミュレータ等の開発がなされている。

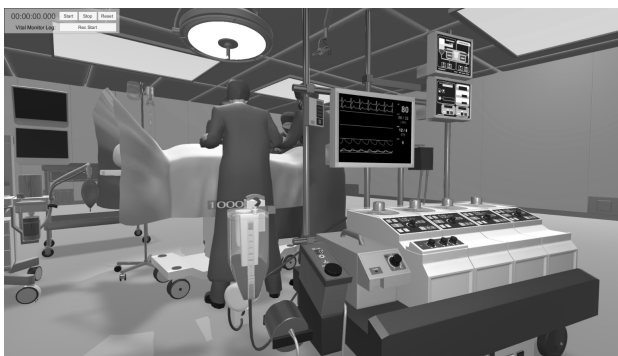
そこで, 我々は体外循環装置である人工心肺装置のトレーニングシステムを VR を用いて開発し, ネットワークを通じてトレーニングが可能な環境を構築することで, 時間や場所 (養成校・病院・自宅等) に影響されず, 教育の効率化を目指した医療技術教育システムを検討した。

## 2. VR を活用した医療技術教育システム

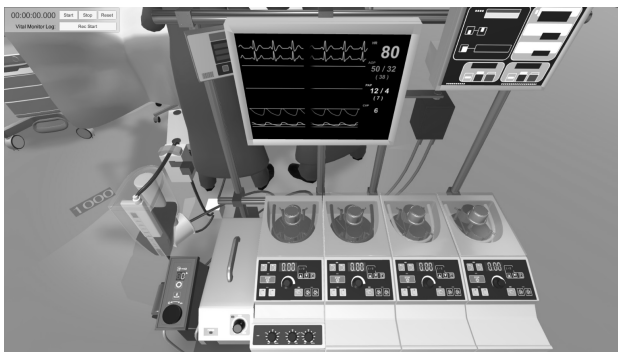
現状の教育体制における課題を克服すべく, 医療 VR 人工心肺シミュレータシステム (MVR-CPBS) を開発している。MVR-CPBS のコンセプトとして, 「インタラクティブシステム」「振り返り評価学習システム」「テレトレーニングシステム」の 3 つを設定した。

2.1 VR 空間

開発プラットフォームは、Unity® (Unity Technologies 社製) を用いて作成し、360°VR 空間として心臓血管外科手術中を模擬したCGの手術室内を再現した。手術室内は移動することが可能であり、操作者は人工心肺装置の前に着座し、操作訓練を行う。患者情報モニタには心電図 (ECG)、動脈圧 (AP)、中心静脈圧 (CVP)、肺動脈圧 (PAP) を表示し、手術室内の心電図等の音声を再現し、没入感を得やすい空間とした。指導者は専用のモニタを閲覧し、操作状況や患者情報、トラブル発生状況、HMD 視点方向等の情報をリアルタイムに把握することが可能となり、グラフ化も行う。図 1 に MVR-CPBS の VR 空間を示す。図 2 に指導者閲覧用のモニタを示す。



a. 手術室全体



b. 人工心肺装置

図 1: 心臓血管外科手術中の手術室を模擬した CG 空間

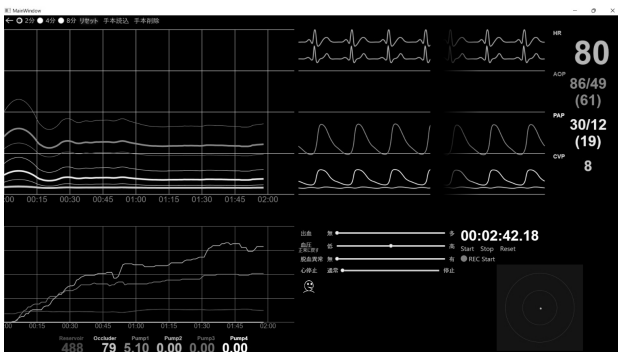


図 2: 指導者閲覧モニタ

操作状況や患者情報、トラブル発生状況、HMD 視点方向等の情報をリアルタイムに把握することが可能である。

2.2 インタラクティブシステム

MVR-CPBS の操作は、実機と同様にダイヤル式コントローラを採用した。ダイヤル式コントローラは、Arduino を用いて制御し、PC に USB ポート接続して用いる。実機に近い操作感を模擬するため、ダイヤルの回転時の重さとCGのポンプと液面の動作量を一致させる工夫を行った。ダイヤル式コントローラを用いた各種ポンプの操作に応じて、人工心肺装置が駆動し、患者の循環動態 (ECG, AP, CVP, PAP) が変動する。各種変動率は、テキストプログラムにて任意で調整が可能であり、状況に応じた変動率を変更することができる。

2.3 振り返り評価学習システム

MVR-CPBS の操作状況、患者情報、トラブル発生状況、HMD 視点方向等のデータは、全て記録され、訓練中にリアルタイムで表示及びグラフ化される。また、訓練終了後には、熟練者との比較や客観的な指標を基にした操作技術の客観的評価が可能となる。また、振り返り学習による教育に伴い、個別教育に应用することができる。図 3 に振り返り評価学習システムの画面を示す。

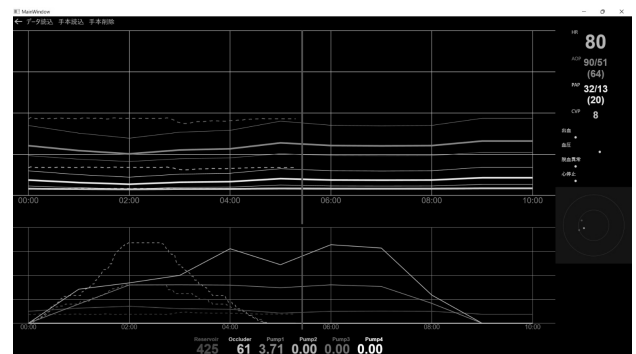


図 3: 振り返り評価学習システム

熟練者の操作状況や患者情報等の推移グラフと、訓練者の操作状況や患者情報等の推移グラフを自動的に比較することが可能であり、振り返り学習による教育に伴い、個別教育に应用する。

2.4 テレトレーニングシステム

MVR-CPBS は、VR デバイスとコントローラ及びPCのみで実施することが可能である。そのため、医療機器実機は必要なく、時間や場所 (養成校・病院・自宅等) に影響されない。また、ネットワーク上で指導者及び訓練者が同時に実施できるため、遠隔指導も可能となり、これまでにない新しい医療技術教育環境を構築できる。図 4 に MVR-CPBS 訓練中の風景を示す。



図 4: MVR-CPBS 訓練中の風景

### 3. むすび

VRは、デジタルゲーム利用教育としての効果があり[3]、効率的かつ手軽に訓練ができ、座学等による知識の習得と、実機を用いた訓練の中間に位置する教育コンテンツであり、失敗及び成功体験を繰り返すことで、知識や技術、教育の効率化に有効である[4]。また、患者を想定したインタラクティブなシステムの構築が可能のため、治療技術の訓練を目的とした教育に有効と考えられる。

一方、実機を用いた訓練で得られる学習効果が必要不可欠であることは変わらず、MVR-CPBS 等の VR 教育を、

座学や実機でのトレーニングと適切に組み合わせることによって、医療における教育 DX として求められているデータとデジタル技術を活用した教育やトレーニングの環境、方法、訓練等を変革するとともに、医療教育そのものや、組織、プロセス、教育文化を変革し、より良い医療の提供につなげることが実現できると考えられる。また、これまでの医療技術教育における問題点の抜本的解決や変容に寄与し、従来の医療技術教育では不可能であった学びの環境を提供につながることが期待される。

### 参考文献

- [1] 文部科学省デジタル化推進本部: 文部科学省におけるデジタル化推進プラン, 2020.
- [2] 経済産業省: デジタルトランスフォーメーションを推進するためのガイドライン Ver. 1.0, 2018.
- [3] 藤本 徹: ゲーム学習の新たな展開, *Studies of Broadcasting and Media*, Vol. 12, pp. 232–252, 2015.
- [4] Betrus, A. K., Botturi, L.: Principles of Using Simulations and Games for Teaching, *International Society for Technology in Education*, pp. 33–56, 2010.