

# 人工心肺装置の回路組立及びプライミング操作教示システム Operation Teaching System for Blood Circuit Assembly and Priming of Artificial Heart-lung Machine

金平蓮<sup>\*1</sup>, 川口和紀<sup>\*1</sup>, 藤本英雄<sup>\*2</sup>

Ren KANEHIRA<sup>\*1</sup>, Kazunori KAWAGUCHI<sup>\*1</sup> and Hideo FUJIMOTO<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> 藤田医科大学

<sup>\*1</sup> FUJITA Health University

<sup>\*2</sup> 名古屋工業大学

<sup>\*2</sup> Nagoya Institute of Technology

Email: kanehira@fujita-hu.ac.jp

**あらまし**：本研究では臨床工学分野における医療機器の操作教示に着目している。そこで、いつでも、どこでも人工心肺装置の「回路組立」「回路プライミング」を学習できる教示システムを提案した。操作感や臨場感を考慮し、学生が興味を持ち継続して学習できるように、フリーアプリケーション「脱出ゲームメーカー」を用いてシステム作成を行った。そこで「直接操作」による練習可能なシステムによって操作技術と訓練効果の向上を図った。

**キーワード**：教育訓練システム、臨床工学、医療機器の操作、スキル学習支援

## 1. はじめに

医療現場では様々な医療機器が使用され、これらを専門に扱う臨床工学技士（Clinical Engineer, CE）が機器の操作、管理、点検、修理まで幅広い業務を行っている。これらの機器は、その取り扱いを誤ると治療ができなくなることは勿論、「いのち」にかかわるものまでである。また、時代とともにその業務内容は変化してゆくと考えられ、臨床工学技士に対して、高度な専門知識と技術力が要求される<sup>(1)</sup>。そこで、臨床工学技士教育課程において、ICTを用いたコンピュータ教育訓練支援システムが期待されつつある<sup>(2)</sup>。特に視覚情報と共に操作情報を用いた教示訓練が最も重要である<sup>(3)</sup>。

本研究では今までのスキルアップを中心とした教育訓練システムの研究開発において、実装置を準備することなく、低コストで、作業を模擬体験、繰り返し練習することができるコンピュータ教育訓練支援システムの開発を行ってきた<sup>(4)</sup>。

人工心肺装置は心臓外科手術中の患者の心肺補助を目的に用いられ、その操作は臨床工学技士の重要な仕事であり、知識や技術の定着には時間がかかる。本論文では人工心肺装置の操作法教示システムを取り上げ、学習効果の向上を目指すと同時に技術操作教示の方法を解明するヒントも期待される。そこでマルチメディアを用いて、人工心肺装置の「回路組立」と「回路プライミング」を絞って操作教示システムを構成し、システムの有効性を確かめるため検証実験を行った。

## 2. 教育訓練システムの構築

### 2.1 システムの構成方法

本研究では実機と近い視覚効果と操作感覚によって繰り返し学習できる電子練習教材を作成した。教示システムの操作感や臨場感を考慮し、学生が興味

を持ち継続して学習できるようにフリーアプリケーション「脱出ゲームメーカー」を用いてシステム作成を行った<sup>[6]</sup>。脱出ゲームを用いることにより、各デバイスをアイテム欄に割り当て、正しく設置できれば次に進めるというシステムの構成が可能となった。また、回路組立では、脱出ゲームメーカーを用いた操作シミュレーションにて教示を行った。回路プライミングでは、教示動画と操作シミュレーションにて教示を行った。

回路組立教示システムは主に3つの部分から構成される。

1 はアイテム、人工心肺装置の各デバイスを撮影し、アイテムとして利用できるように準備した(図1)。

2 はシーン、操作シミュレーションの各場面を管理し、それぞれの場面では、操作に必要な項目を作成し、今回は開始から終了まで全32シーンで構成された(図2)。

3 はイベント、全ての操作結果、次の操作内容、シーンの移動、テキストや動画 URL の表示及び効果音(SE)の再生、アイテム増減、IF分岐 (AND、OR)、数値加算、画像表示、などの管理を行う(図3)。



図1 アイテム例



図2 シーンの管理例

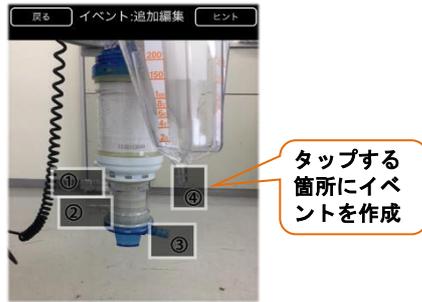
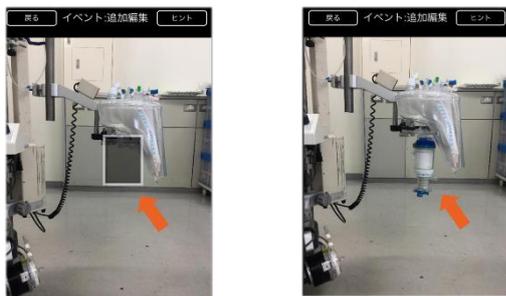


図3 イベントの画面

## 2.2 教示内容

「回路組立」教示では、まず人工心肺装置の本体、各部品を写真撮影し、アプリケーションに取り込んだ。そして、アイテム欄に各部品を割り当て、実際の組立順序に従って使いたい部品を選択し、適切な箇所を設置すると回路が組み上がっていく。もし誤った選択をするとゲームオーバーとなり、間違えたシーンから再開できるようにした。

例えば、図4(a)にアイテム(人工肺)を使用する箇所にイベントを作成し、組立訓練ができようを設定した。学習者が組立てるべき部品を選んで組立を行い、図4(b)に正しく人工肺が接続された直後のシーンを示す。



(a) (b)  
図4 「人工肺」の組立例

「回路プライミング」の教示では、人工心肺装置のプライミング手順を写真と教示動画で撮影して教示データを用意し、動画に解説や注意ポイントを追加した。操作教示は動画ベースで行い、ポイントとなる鉗子操作はアプリケーションで確認し、リアルタイムで正誤判断を受けることができる。

動画と操作シミュレーションを併用して行う必要性として、以下な要因を考えた。

- ・時系列に従って詳細な操作および手順が分かる。
- ・液体の流れであるため静止画より分かりやすい。
- ・静止画より動画は鉗子操作やタイミングが分かりやすい。
- ・動画と操作シミュレーションを併用することによってリアルタイムで正誤判断を受けることができ、学習効果を高める。

回路プライミングの教示ではゲーム性と理解度の向上を考慮し、ダイヤル型での謎解きシステムを作成した。

図5は鉗子をかける位置に対応する番号を選択する操作の学習場面を示す。

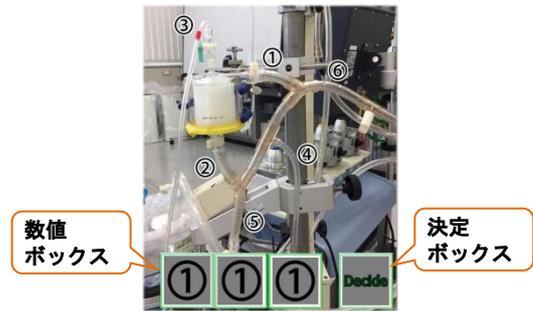


図5 ダイヤル型謎解きシステム

いつでもどこでも学習できるように教示動画は動画配信サイト「YouTube」にアップロードし、アプリケーションとリンクさせ、教示データと操作を確認することによって学習効果を高めた。

## 2.3 検証実験

構成されたシステムの有効性と改善点を確かめるため、本学科の4年生10名を対象に検証実験を行った。回路組立と回路プライミングの学習前後の理解度の変化をアンケート調査にて行った。実験結果は100%の学生が学習前と比べて理解が深まったと答えた。90%の学生が本システムを利用して知識が身に付いたと答えた。また、スマートフォンやタブレット端末などでいつでも、どこでも手軽に学習ができ、直接操作ができるため、教科書での学習と比べて理解がしやすいという答えが多かった。今後の課題として、回路組立とプライミングに加えて術中操作など新たな内容の追加、及び見やすさの向上や細かなシステムの改善などの意見もあった。

## 3. まとめ

本論文では、操作方の教示に重点をおいたマルチメディア型電子教材システムを作成し、その有用性が得られた。また、ゲーム性を持たせた学習によってモチベーションが維持でき、学習効果が高まったといえる。本支援システムは、知識だけでなく操作の学習効果が得られることが検証実験によって確認された。

謝辞：本研究の一部はJSPS 科研費17K01441の助成を受けたものである。

### 参考文献

- (1) 日本医工学治療学会: <http://www.jste.gr.jp/index.html> (1989-2020)
- (2) 医療の質・安全学会学術集会: <http://qsh.jp/conference/> (2005-2019)
- (3) K. Furukawa, Skills Science Introduction: Approach to the elucidation of human skill, Ohmsha (2009)
- (4) Ren Kanehira, et al.: Arm Model and Puncture Training System in Hemodialysis, Advances in Intelligent Systems and Computing series, Vol. 1075, Springer Nature, pp. 962-969 (2019)