

令和 5 年 6 月 27 日現在

機関番号：42729

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2017～2020

課題番号：17H04436

研究課題名（和文）バーチャルリアリティ技術を活用した次世代看護学シミュレーション教材の開発

研究課題名（英文）Development of Next Generation Nursing Simulation Teaching Materials Utilizing Virtual Reality Technology

研究代表者

荒木田 美香子 (Arakida, Mikako)

川崎市立看護短期大学・その他部局等・教授

研究者番号：50303558

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 11,300,000円

研究成果の概要（和文）：VR教材の先進大学の調査として、2018年に2大学、2019年に1企業と1大学を訪問した。海外の状況も踏まえ、我々は気管内吸引の教育モデルを独自に開発した。2019年度には実証実験を行い、その後、機材の改良を行った。Covid-19感染症による研究の停滞があったが、2021年には、これまでのモデルを3モードAR気管内吸引モデルに改良した。3モードとは看護学生が気管内吸引を自己学習できる（学習モード）、繰り返し練習できる（練習モード）、確認テストができる（試験モード）であり、学生の自己学習を支援するものである。2022年度には新モデルで実証研究を行い、実用可能性を確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現在、VRやARなどを活用したシミュレーション教材が医学や看護学においても多種開発され、販売されている。しかし、その多くは状況判断などの主にノンテクニカルスキルに焦点を当てたものである。我々が開発しているものは看護技術の中での必須のテクニカルスキルに関するものであり、世界的にも開発されている件数は少ない。さらに、AR機器に学生が自己学習できるようなモードや教員が技術テストに活用できるモードを加えているところが新規性のあるところである。これらの考え方は、今後のVR・AR教材の開発においても貢献するものである。

研究成果の概要（英文）：We visited two universities in 2018 and one company and one university in 2019 to survey advanced universities for VR educational materials. Based on the situation overseas, we developed our own educational model of Endotracheal Aspiration Simulation Model. In 2019, we conducted experimental studies and then improved the model. In 2021, we improved the previous model to a 3-mode AR Endotracheal Aspiration Simulation Model, although there was a research stagnation due to Covid-19 infection. The new model consists of three modes: nursing students can self-learn endotracheal suctioning (learning mode), practice repeatedly (practice mode), and perform a confirmation test (test mode). In 2022, experimental studies were conducted on the new model to confirm its practical feasibility.

研究分野：看護学

キーワード：AR 気管内吸引 看護学教育

1. 研究開始当初の背景

看護学基礎教育はこの20年間で大きな変化を見せている。医療技術の発展により、看護師には高い看護技術が求められるようになってきた。その反面、看護学実習においては患者の安全を確保するために看護師免許のない学生が実際にできるケアは限られてきた。また、医師だけでなく多職種とのチーム医療が発展する中で、ノンテクニカルスキルの育成も求められている。これらの背景の下、看護学教育では精度の高いシミュレーター（High-fidelity mannequin）などを活用したより現実に近づけた状況設定下でのシミュレーション教育（以下、SIM教育）などが求められている。

その様な中、特にアメリカにおいて、医学・看護学教育では、2005-2010代には現在のメタバースの前身であるSecond Lifeという3D仮想空間を使ったSIM教育が大いに発展した。看護系大学では学生用の仮想教育空間の中で、学生が自身のアバターを作成し、いつでもどこでも学習できるプログラムを数多く開発した。2009年以降、アメリカの医学教育では、内視鏡手術、チューブ類の挿入に関する技術で先駆的に活用されている。また、看護系大学においてVR技術を活用した教育が発展している。また、VRは拡張現実（Augmented Reality: AR）やコンピュータグラフィックを合体させたMixed Reality(MR)へと急速に発展するとともに、いわゆる「VR酔い」への対策も進んできており、教育への活用が期待される。つまり、VRは学習者のユーザビリティ（使いやすさ）という点と、現実性という点でより効果的なSIM教材と言える。

しかし、本研究開始当時の日本の看護学教育においてはVRを活用した看護教育教材はまだ開発されていなかった。そこで、本研究班においては、アメリカの先進校の見学を行った。2018年1月にVRチーム1名と看護技術チーム3名がBoise State University及びUC DAVISを訪問した。Boise State Universityでは通常のパソコンを活用したVR教材を看護学生向けに開発していた。しかし、皮膚感覚を再現できていないことや手順を学習するレベルでは活用できるが、カテーテルを挿入する長さや挿入する角度など細かな作業の習得を考慮しない内容であり教材としては不十分であることが明らかとなった。またUC DAVISのKeckCAVESは高度なVRシステムであり、設備が大掛かりであるため各大学が活用できるレベルのものではないことが明らかとなった。2019年3月にアメリカ合衆国のsimXというベンチャー企業とWestern University VR Learning Centerの2か所を訪問した。simXはStanford Hospitalの医師らが中心となって開発したノンテクニカルスキルの習得に焦点を当てた（状況を設定型教育教材）VRシステムであった。画像が非常にきれいで、動きもスムーズであり、消防隊や軍での活用もなされているとのことであった。日本の看護教育においてもカスタマイズが可能で、日本への販売可能ということであった。simXはその後、Elsevierと提携して商品販売を行っている。

2. 研究の目的

以上のような経過を経て、本研究は、SIM教育の強みを考慮し、侵襲を伴うカテーテル挿入の看護学技術習得につながる気管内吸引において、ARを活用した教材を開発することを目的とした。なお、本研究では、ARを活用した気管内吸引モデルの改良を重ね、現時点では、看護学生が気管内吸引を自ら学習するためのモード（学習モード）、繰り返し練習するためのモード（練習モード）、確認テストを行うためのモード（テストモード）の3つのモードから構成されるAR技術を用いた気管内吸引シミュレーションツール（以下、ARツール）を開発した。

3. 研究の方法

3-1 対象者および研究協力者

看護基礎教育を受けている大学生および基礎看護学・成人看護学の大学教員を研究対象者とした。学生にはARツールの実証研究を依頼した。教員にはARツールを体験してもらい、看護教育への活用可能性について意見を求めた。研究協力者の募集にあたっては、本研究の実施に協力していただける3大学の学生、教員を募った。その結果、54名の学生と9名の教員が本研究への参加に同意した。

3-2 実証研究の手順

学生を対象とした実証研究は、フローチャート（Figure 1）に従って実施した。本研究は、ARツールの教育への活用可能性を検討することを目的としているため、Step1と同レベルの気管内吸引の知識、方法、手順を評価するように設計した。具体的には、学生はプリントを読み、ビデオを見た後、知識と手順に関する18の質問を受けた。クイズに全問正解するまでステップ2には進めず、自習とクイズの受験を繰り返した。

ステップ1を終えた学生はステップ2に進んだ。学生は2つのグループに分けられた。1つはARツールで学習するグループ、もう1つは従来の吸引用半身トレーニングマネキン（TMツール）で学習するグループである。ARツールのグループは、ヘッドマウントディスプレイ（以下、HMD）とARツールの使い方の説明を10分間受けた。その後、HMDを装着して調整し、HMD装着後、ARツールの学習モードを10分間、練習モードを15分間体験した。この間、学生は配布された紙の教材を見ることができた。TMツールグループの学生は、TM

ツールの使い方の説明を5分間受けた後、配布された紙資料を見ながら25分間自分で練習した。ARツールグループの学生は29名、TMツールグループの学生は24名であった。

ステップ3では、両グループの学生に、気管切開患者として使用できる全身型の訓練用マネキンで気管内吸引を実演してもらった。気管内吸引の技能が適切かどうかは、学生1人につき看護教員2人がチェックした。Table2に示す32のチェックポイントにより、技能が適切に行われたか否かを判定した。手順が正しく、技能が正確に行われた場合は2点、手順は正しいが技能が十分に適切でなかった場合は1点、技能が行われなかった場合や技能が不適切であった場合は0点とし、技能テストの合計点を算出した。所要時間も測定された。評価者間で意見が分かれた場合は、減点の理由を第三者である教員が確認した上で、原則として良い評価を採用した。TMツール群の学生は、ステップ3以降にARツールを体験した。

ステップ4では、ARツール群の学生がARツールの理解度や使いやすさを10点満点で評価し、高得点ほど良い結果を示した。また、両グループの学生は、ARツールについて自由記述でコメントを寄せている。

3-3 教員へのグループインタビュー

教員の研究協力者に対しては、ARツールを15分間体験した後、2-3名の参加者と4回のグループインタビューを実施した。グループインタビューの主な質問内容は、教員の属性、TMツールを用いた実習教育の現状、ARツールの活用の可能性についてであった。グループインタビューはICレコーダーで録音し、文字起こしした。

3-4 3つのモードからなるARツールの詳細

本研究で使用したARツールは、本研究チームによる先行研究(山部ら、2021年)で発表した装置をベースに開発した。ARツールの構成は以下の通りである。

- (1) 3Dプリントされた半透明の気管モデル
- (2) 磁気センサー群を気管模型に取り付けたカテーテル位置センサーユニット
- (3) 吸引機を模擬しながらカテーテルの曲がりを検出する吸引機ユニット
- (4) 磁石付きカテーテル (Figure 3 中央)
- (5) ビデオシースルーヘッドマウントディスプレイとコントローラ、およびそれらの空間位置追跡システム

- (6) システムを駆動するPC

ヘッドマウントディスプレイを装着することで、学生はAR映像を通して、周囲の環境やCG教材を合成して学習することができる。ヘッドマウントディスプレイには、民生用として市販されているHTC VIVE Proを使用した。CG合成された楽器やボタンは、HTC VIVE Pro用のコントローラで操作する。一方、気管吸引の手技を行う際には、物理的に用意した前述の機器(1)~(4)を使用した。

3Dプリンターで作成した気管模型は、カテーテルの挿入位置が周囲から見やすいように半透明の樹脂で作成した。気管模型の3次元位置はリアルタイムで追跡され、学生の視野にはCGの仮想患者が重なっている (Figure 2)。気管模型には、カテーテルの先端に取り付けられた磁石に反応する複数の磁気センサーが取り付けられている。カテーテル先端の位置をリアルタイムで追跡した。追跡されたカテーテル先端の位置は、ARインジケータによって学生にフィードバックされる (Figure 2)。吸引機ユニットは、吸引機の音と振動を学生に提供し、気圧センサーでカテーテルの曲がりを検出する。

学習モードは、気管内吸引の手順を示すテキストや動画をAR画面上に提示し、手順を学習できるようにしたものである。練習モードは、学習モードから手技のテキストや動画を取り除いたものである。手技中にミスをしたり、酸素飽和度やカフ圧などの不正解を出したり、次の手技まで一定時間以上かかったりすると、「ヒントを見る」という選択肢が提示され、ヒントを求めることができる。ヒントを見た後でもまだ答えが間違っている場合は、正しい手順を見ることができた。テストモードは、ビデオやヒントが表示されないように設定されており、手順中に間違いがあったり、次の操作まで一定時間が経過したりすると、不正解となり、次に行うべき正しい手順が表示されるようになっていた。テストモードは、15個のチェックポイントで正しい手順が実行されているかどうか、システムによって自動的に採点された。受験者には、試験の最後に正解数と不正解数が提示された。

3-5 分析方法

ステップ4の学生の気管内吸引技能試験について、各手技を正しく行った学生の割合をカイ二乗検定にて、2群間で比較した。総得点と所要時間は、2群の平均点、2群間の交互作用、学年、各技能を正しく行った学生の割合を比較することで算出した。学生の自由記述については、意味内容に基づいて分類した。

教員のグループインタビューについては、書き起こされた文章からARツールに関する意味のある文章をコードとして抽出し、同じ内容のコードを集約した。コードの意味を分類し、カテゴリー化した。

本実証研究は、研究代表者の所属機関の倫理委員会の承認を得て実施した(承認番号: R1111)。また、学生を対象としたステップ3の技術テストでは、学生の所属大学以外の大

学の研究チームメンバーが評価を行った。教員とのグループインタビューでは、協力教員とは異なる研究チームメンバーがファシリテーターを務めた。

4. 研究成果

4-1 学生の成績分布

1 学年が 61.1%と最も多く、成績の割合に大きな差は見られなかった。

4-2 AR ツールへの理解・関心と技能テストの結果

スキルテストの 32 観察ポイントにおいて、適切(2点)と評価した学生の割合を集計した。各観察ポイントで適切とされた学生の割合は 24%から 100%であった。確認ポイント 32 の「手技の内容と結果をカルテに記録する」では AR ツール群が有意に低かったが、他の項目については両群間で割合に有意差はなかった。グループ間および学年間の交互作用をチェックするために、確認ポイントを点数化した。交互作用は認められなかった。両群間で得点に有意差はなかったが、学年間で有意差があり、大学 3、4 年生が大学 1 年生より得点が高かった。

AR ツール群の AR ツールに対する理解度・関心度は、高得点であることが確認された。

4-3 気管内吸引に要した時間

平均所要時間は AR 群 384.4 秒 (S.D. ±17.7)、TM 群 366.0 秒 (±15.9) であり、両群間に有意差はなかったが、AR 群の方が若干長い傾向にあった。また、学年による有意差も見られなかった。

4-4 AR ツールに関する学生のコメント

すべての体験終了後、2つのグループの学生に AR ツールの感想を自由記述形式で尋ねた。"自己練習に使える"、"解説があるので初級者向き"、"面白くて楽しい学習ツール"など、AR ツールの学習ツールとしての可能性を示すコメントがあった。また、AR ツールの教材としての強みを、学生たちは具体的に次のように挙げている："カテーテルを挿入する位置が赤い点で示される"、"聴診で肺音のノイズが聞こえる"、"解剖学やフィジカルアセスメントを考慮して吸引ができる"。改善点については、"現物や手元が見えにくい"、"AR ツールでは無菌操作がおろそかになりがち"、"学生は一連の手技に気を取られ、患者ケアがおろそかになる可能性がある"、"学生が実際に手袋を着用する構成がよい"などの意見があった。また、目の疲れや VR 酔いを感じるという意見も 4 件あった。

4-2 参加教員へのグループインタビュー結果

この AR ツールの利点については、以下のような意見があった："カテーテルを挿入する位置が赤い点で示される"、"一連の手技を学習するのに便利"、"AR ツールは解剖学やフィジカルアセスメントと結びつけることができる"などであった。

3つのモードについて教員からは、"3つのモードは自主練習をするときに役立つ"、"練習モードは情報が少ないので緊張感がある"などの意見があった。効果音については、教員から次のようなコメントがあった："効果音があると、実際に吸引しているような気分になる"、"聴診音は肺の部位によって違うと臨場感がある"。画面の見やすさについては、"実物が見えにくい"という意見があった一方で、"画面が鮮やかに見える"という意見もあった。ヘッドマウントディスプレイの装着感については、"HMD のシートの素材を変えるとずれにくい"、"VR 酔いをする学生がいることが懸念される"などの意見があった。

改善点については、"実際の気管内吸引の手技には手袋の着用が適している"、"AR ツールに視線追跡技術が活用できる"、"不潔な行動に対するフィードバックがあると助かる"、"学習モードでは、ミスに対する解説があると助かる"、"画面上に透明なパターンと透明でないパターンがあってもよい"などの意見が多く出された。

以上の結果より、AR を用いた気管内吸引シミュレーションモデルは、学習モード、練習モード、テストモードから構成され、学生の技術習得は従来の気管内吸引マネキンと同等の効果があり、学生からは自己学習教材として適しているとの評価を得た。教員からも、看護基礎教育に活用できると評価された。しかし、教員・学生双方から指摘された改良を加えることで、より活用しやすくなると思われる。

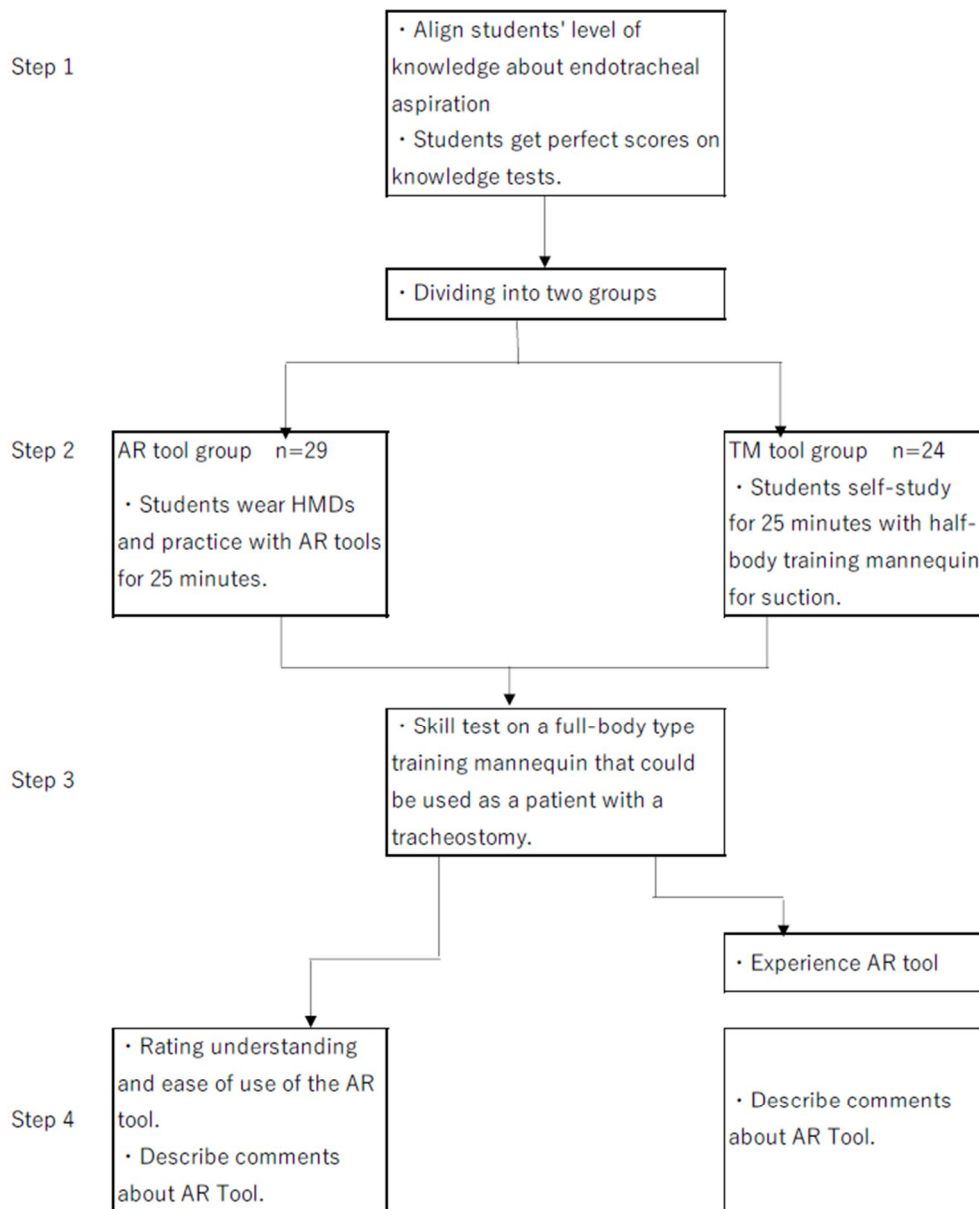


Figure 1 Flowchart of the empirical Study for Students.



Figure2 CG virtual patient in the students' field of view and catheter position indicator.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Yamabe Y., Uchida. K., Tanizaki K., Moriya T., Takahashi T., Arakida M., Matsuda Y., Miyamoto C, Ando M., Aoki A., Yamashita R.,Takahashi S.	4. 巻 Proc. of SPIE Vol. 11766
2. 論文標題 A Support System for Tracheal Suction Skill Acquisition Based on Augmented Reality Technology.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The International Workshop on Advanced Image Technology. International Workshop on Advanced Image Technology 2021.	6. 最初と最後の頁 117660H-1-6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1117/12.2590860	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 荒木田美香子 山下留理子 竹中香名子 松田有子 高橋佐和子 青木恵美子
2. 発表標題 公衆衛生看護学におけるSimulation based Virtual Reality 教育の文献検討
3. 学会等名 日本公衆衛生看護学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松田有子 高橋時市郎 荒木田美香子 宮本千鶴子 安藤瑞穂 青木恵美子 山下留理子
2. 発表標題 Virtual Reality技術を活用した気管吸引トレーニングツールの開発（第一報）
3. 学会等名 日本看護科学学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮本千津子 荒木田美香子 高橋時市郎 松田有子 安藤瑞穂 青木恵美子 山下留理子 高橋佐和子 山邊悠太 森谷友昭 谷崎恵都 内田健太
2. 発表標題 Virtual Reality技術を活用した気管吸引トレーニングツール活用のPilot Study（第二報）
3. 学会等名 日本看護科学学会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	松田 有子 (Matsuda Yuko) (20745393)	川崎市立看護短期大学・その他部局等・准教授 (42729)	
研究分担者	安藤 瑞穂 (Ando Mizuho) (40434435)	東京医療保健大学・看護学部・講師 (32809)	
研究分担者	宮本 千津子 (Miyamoto Chizuko) (50209946)	東京医療保健大学・看護学部・教授 (32809)	
研究分担者	高橋 時市郎 (Takahashi Tokiitiro) (50366390)	東京電機大学・未来科学部・教授 (32657)	
研究分担者	高橋 佐和子 (Takahashi Sawako) (80584987)	神奈川県立保健福祉大学・保健福祉学部・准教授 (22702)	
研究分担者	山下 留理子 (Yamashita Ruriko) (90380047)	徳島大学・大学院医歯薬学研究部(医学域)・特任教授 (16101)	
研究分担者	青木 恵美子 (Aoki Emiko) (30783542)	川崎市立看護短期大学・その他部局等・講師 (42729)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------