

令和 6 年 6 月 11 日現在

機関番号：34417

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K09362

研究課題名（和文）Augmented Realityを利用した、追体験型手術教育法の開発と評価

研究課題名（英文）Development of Surgical Educational Methods to Relieve the Expert's Motion of Surgery by Use of Augmented Reality

研究代表者

木下 秀文（Kinoshita, Hidefumi）

関西医科大学・医学部・教授

研究者番号：30324635

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：申請者ら本研究で、教育手法の新たな方向性を探るべく、拡張現実（Augmented Reality, AR）を利用したシミュレーションシステムをロボット手術や腹腔鏡手術に応用し、“言語による”一方向的な手術教育から、修練者主体の自律的な教育への変換を試みた。ARを用いた、追体験型手術シミュレーションという非言語的な教育法が、指導医師からの言語を主体とした従来の手術教育法よりも、効率的で質が高く、革新的な手術教育法の改革をもたらす可能性を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

医療がひとを対象とする以上、その教育には、大なり小なり患者の犠牲の上に成り立ち、これまでの医学教育の場ではある程度は容認されてきた。しかし、今日の医療にかかわる状況をみれば、患者を対象とした on the job 主体の技術習得は最小限にすべきである。我々が開発したARを用いた新規手術教育は、これまで言語的な手術教育を、指導者の手技を動作として追体験する手法である。追体験の中で、修練者自身が動作の“ずれ”に気づき、正しい手技を動作として体得することが可能となる。非言語的な動作の模倣は、従来の言語による教育法を超える効果が期待でき、今後 の外科的な医学教育を大きく変換する可能性を示した。

研究成果の概要（英文）：ChatGPT

In their study, the applicants sought to explore a new direction in educational methodology by applying Augmented Reality (AR) to simulation systems for robot-assisted and laparoscopic surgeries. They aimed to shift away from the traditional, language-centric approach to surgical education, which is typically one-directional, towards a more practitioner-driven and autonomous form of education. The study demonstrated the potential of a non-verbal educational method, utilizing AR-based immersive surgical simulations, to be more efficient and of higher quality compared to conventional surgical education methods primarily driven by language from supervising physicians, thus indicating the potential for a reform in surgical education towards innovation.

研究分野：手術教育

キーワード：新規手術教育 Augmented Reality (AR) 追体験型トレーニング 追いトレ

## 1. 研究開始当初の背景

申請者ら本研究で、教育手法の新たな方向性を探るべく、拡張現実 (Augmented Reality, AR) を利用したシミュレーションシステムをロボット手術や腹腔鏡手術に応用し、“言語による”一方向的な手術教育から、修練者主体の自律的な教育への変換を試みた。ARを用いた、追体験型手術シミュレーションという非言語的な教育法が、指導医師からの言語を主体とした従来の手術教育法よりも、効率的で質が高く、新しい手術教育法になりうるか？検討した。

外科手術が技術である以上、習熟にはトレーニングが必要で、一定の時間を要する。医療がひと(患者)を対象とする以上、その技術の習得過程(教育)は、大なり小なり患者の犠牲の上に成り立ち、これまでの医学教育の場ではある程度は容認されてきた。しかし、今日の医療にかかわる状況をみれば、患者を対象とした on the job 主体の技術習得は最小限にすべきであろう。

このARシステムを用いた教育法の有用性を評価する。修練者は指導者の手技を、動作として追体験する。繰り返し追体験する中で、修練者自身が動作の“ずれ”に気づき、正しい手技を動作として体得することが可能となる。このような非言語的な動作の模倣は、従来の言語による教育法を超える効果が期待でき、今後の外科的な医学教育の場で広く普及する可能性を秘めている。

## 2. 研究の目的

外科手術が技術である以上、習熟にはトレーニングが必要で、一定の時間を要する。医療がひと(患者)を対象とする以上、その技術の習得過程(教育)は、大なり小なり患者の犠牲の上に成り立ち、これまでの医学教育の場ではある程度は容認されてきた。しかし、今日の医療にかかわる状況をみれば、患者を対象とした on the job 主体の技術習得は最小限にすべきであろう。

このような中で、外科的治療は年々高度になっている。このような中で、患者に、より安全な手術を提供できるような新しい手術教育が求められている、という背景の上に本研究がある。Augmented Reality (拡張現実、以下 AR) を用いた、追体験型手術シミュレーションという非言語的な教育法が、指導医師からの言語を主体とした従来の手術教育法よりも、効率的で質が高く、新しい手術教育法を創生することを目的とした。

## 3. 研究の方法

1) 手術教育の代表的な例として、ロボット支援前立腺全摘出術を選定し、尿道膀胱吻合を教育ターゲット1とした。

2) 手術教育を行うため、尿道膀胱吻合用のシミュレーターを作成した。

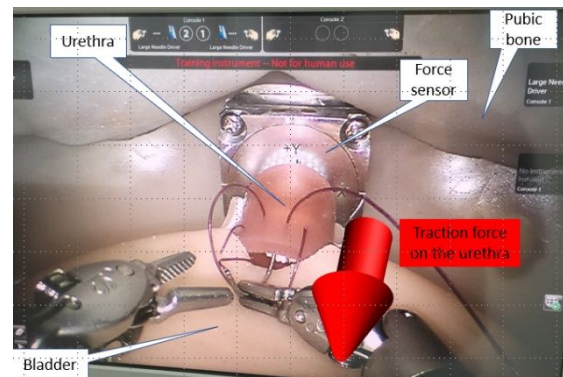
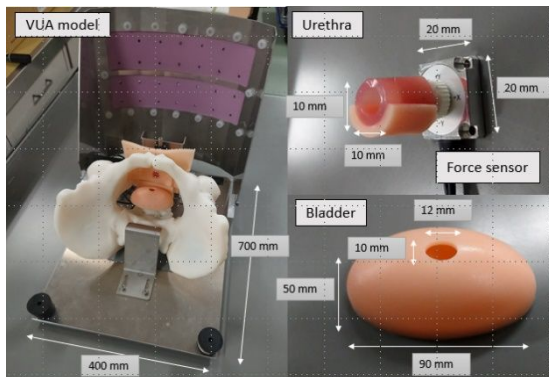
3) エキスパートによる上記術式のビデオ記録やドライボックスでの運針結紮ビデオの記録に対して、拡張現実 (Augmented Reality, AR) を利用して、トレーニーの鉗子の動きを重層 (スーパーインポーズ) させるシステムを開発した。

4) 上記システムを、用いて、A群:通常のビデオで学習したトレーニー、B群:拡張現実 (Augmented Reality, AR) を用いて、手術教育が行われたトレーニー、各群14名で、教育効果を比較した。

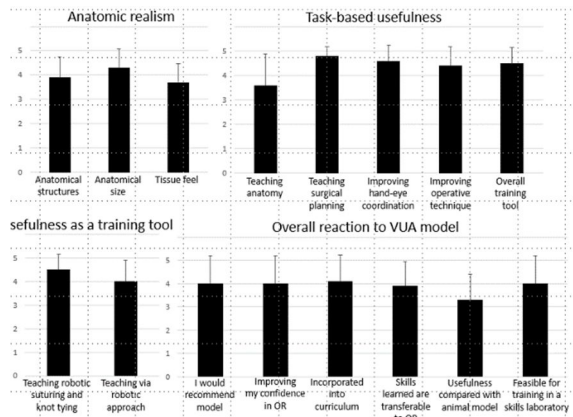
## 4. 研究成果

1) 尿道膀胱吻合は、手術手技の中でも比較的定型的なパートであり、また運針・糸結びなどの、高度な技術が含まれるため、適切と判断した。ビデオは、本術式を800例以上経験している、研究代表者(木下)の手術動画を使用した。

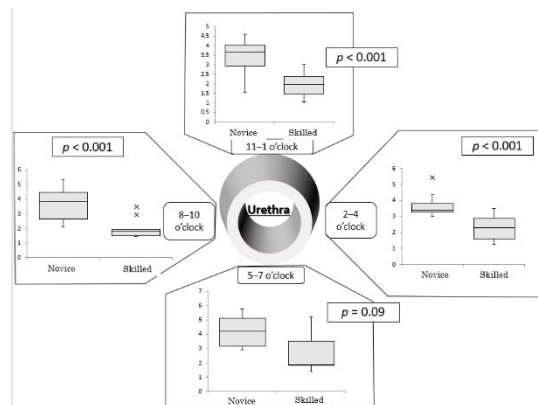
2) シミュレーターの作成  
 下図に示すシミュレーターを作成した。



このシミュレーターの、シミュレーターとしての合理性について、エキスパート術者8人が、このシミュレーターについて、4ドメイン、16項目について5-point Likert scoreで評価し、3.7-4.9 point とシミュレーターとして高い評価を受けた(右図)。



このシミュレーターには吻合(運針)にかかる圧センサーも内蔵されており、術者の技術を、運針時の圧で評価することを可能にした。一般的に、圧が少なく運針できるほどスキルは高い。修練者8人とエキスパート8人で、シミュレーターで縫合を行った結果、右図に示すように、5時から7時の運針以外では、エキスパートのほうが有意に運針圧が低いことがわかった。5-7時も被験者数が少数であるため、優位さはないが、2群での差異は大きかった。



3) 拡張現実 (Augmented Reality, AR) を利用して、トレーニーの鉗子の動きを重層(スーパーインポーズ)するシステムの開発

右図のように実際の鉗子(エキスパート)の動きにトレーニー(初心者)の鉗子の動きを重層し、動きを追えるARシステムを開発した。右図上はドライボックスでの練習である。



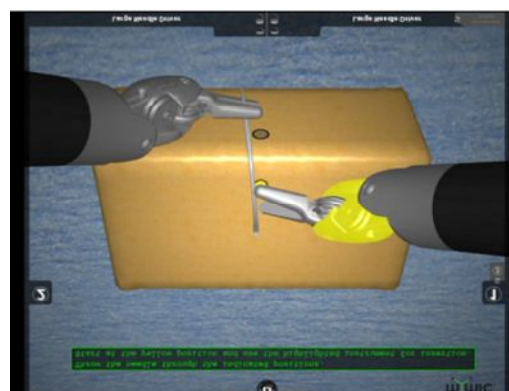
当初、スーパーインポーズするトレーニーの動きもできるだけリアルの再現させるように、鉗子のシャフトまで描出していたが、開発の過程で、鉗子の先端のみのほうが、トレーニングしやすいという結論となり、先端のみが重層されるシステムを再構築した(右図)。



#### 4) 拡張現実 (Augmented Reality, AR) を用いた手術教育効果の検証

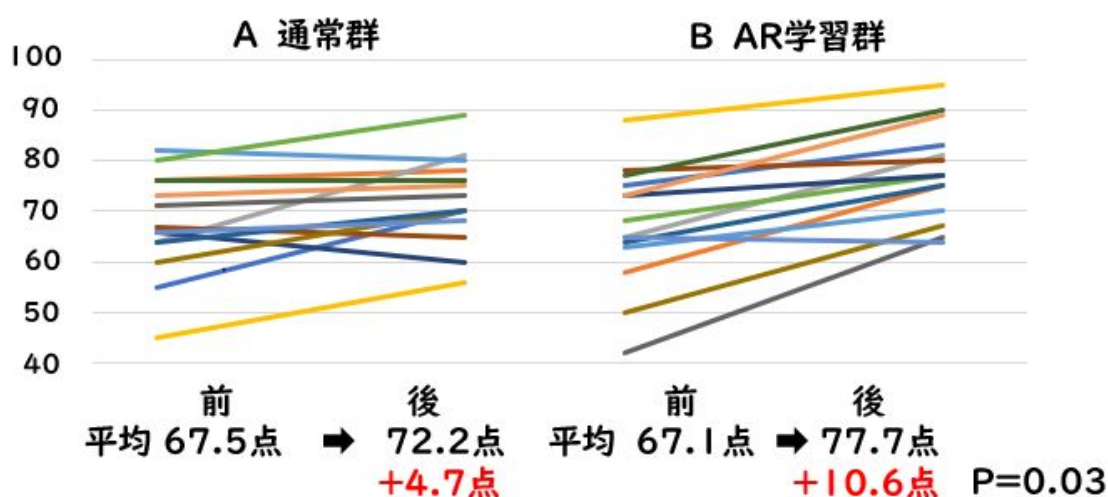
A 群：通常のビデオで学習したトレーニー、  
B 群：拡張現実 (Augmented Reality, AR) を用いて、手術教育が行われたトレーニー、  
各群 14 名で、教育効果を比較した。

DaVinci skill シミュレーターによる「Songe I task(タスクの名称)」を用いて skill の評価を行った(右図)。12 回の運針を行い、時間、正確性、無駄な動きなどを、自動的にスコア化する。



各群

- a) 学習前 Songe I task 評価
- b) 学習
  - A 群は、通常のビデオでの学習、
  - B 群は AR を用いた学習
- c) 学習後 Songe I task 評価



上図に示すように、AR 学習群 (B 群) で有様に学習効果が向上した (p=0.03)。様々な評価項目としては、Performance time score (時間) (-34 point vs -23 point) Economy of motion score (効率の良い動き) (-36 point vs -24 point) と B 群で、動作効率が改善し、時間が短縮されたことがわかった。

本研究で、このような拡張現実 (Augmented Reality, AR) を用いたシミュレーション教育は非常に有用であることが明らかとなった。このような学習教材 (ビデオ) はロボット手術

や腹腔鏡手術、ドライボックスでのトレーニングなどあらゆる場面が対象となり、手技を分節化、チャプター化して何度でも繰り返してトレーニングができるため、手術教育に大きな変革をもたらす可能性があると考える。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔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 高安健太、木下秀文
2. 発表標題 Development of Robot Surgery Skill Training with Head-Mounted Display -Oitore-
3. 学会等名 9th Surgical Education Summit
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高安健太、木下秀文
2. 発表標題 ヘッドマウントディスプレイ（HMD）を用いたロボット手術手技追従トレーニング(追いつトレ)の開発と教育効果および、ロボット補助下前立腺全摘除術Virtual Reality(VR)教材の開発
3. 学会等名 第37回 日本泌尿器内視鏡・ロボティクス学会総会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高安健太、木下秀文
2. 発表標題 Development of Robot Surgery Skill Training with Head-Mounted Display -Oitore-
3. 学会等名 第110回 日本泌尿器科学会総会
4. 発表年 2023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	矢西 正明  (Yanishi Masaaki)  (70411551)	関西医科大学・医学部・准教授    (34417)	

6. 研究組織（つづき）

	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	安藤 英由樹  (Ando Hideyuki)  (70447035)	大阪芸術大学・芸術学部・教授    (34405)	
研究分担者	杉 素彦  (Sugi Motohiko)  (80298869)	関西医科大学・医学部・講師    (34417)	
研究分担者	谷口 久哲  (Taniguchi Hisanori)  (90460815)	関西医科大学・医学部・講師    (34417)	

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