

令和 4 年 5 月 8 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K10507

研究課題名(和文)「博物館」で施行する手術教育

研究課題名(英文)Surgical education performed in the museum

研究代表者

藤原 道隆 (Fujiwara, Michitaka)

名古屋大学・医学部附属病院・病院教授

研究者番号：70378222

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：医療機器の目覚ましい発展とともに外科手術も変革していることから、手術教育における機器の教育がかなり重要になっている。一方、近年、アクティブ・ラーニングの教育資源として、博物館の効果が注目されている。本研究において、手術機器の博物館において、訓練者が自ら手術法について探求し学べる新しい教育システムを構想した。当初は、実機の博物館の中での対面トレーニングのみの構想であったが、新型コロナウイルス感染症の状況で制限が生じたことや、デジタル・トランスフォーメーションの動きに対応して、VR/AR技術によるデジタル博物館も構築した。ハンズオン実技教育は困難だったが、デジタル化により他の遠隔手術教育は可能となった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年の医療機器の目覚ましい発展により外科手術も大きく変革し、手術教育における機器の教育がかなり重要になっている。博物館教育は、学習者が五感を駆使して、展示物から自ら学び取る方法である。本研究は、手術機器の博物館において手術教育を行い、近年自然科学系や人文系博物館で教育効果が指摘されている博物館教育を外科学教育に取り入れる新しい試みである。本研究期間中にCOVID感染状況のため、実機や対面教育に制約が生じたこともあり、デジタル重視の博物館に計画を修正したが、構築したデジタル(VR/AR)博物館は、学習者の学びにも対応しながら、遠隔をふくめた外科教育を可能にし、外科教育DXを進展させることができた。

研究成果の概要(英文)：Surgery has developed with the remarkable development of surgical devices, so the education of surgical devices has become quite important. The effect of museum as an educational resource for active learning are drawing attention in recent years. In this study I conceived a novel learning system in which trainees could explore and learn about surgical methods by themselves in the museum of surgical devices. Initially, this museum was only physical museum constructed with actual surgical devices, however the plan was revised to physical/digital museum using VR/AR technology due to the situation of COVID infection and considering the digital transformation. Although hands-on practical skills education was difficult to do remotely, other remote education has got possible by digitalization.

研究分野：消化器外科学

キーワード：手術教育 外科 博物館 VRミュージアム

1. 研究開始当初の背景

この20数年間に手術手技における内視鏡下手術のウェイトが飛躍的に高まり、教育に関しても内視鏡下の手技をどのように効率的に取得できるかに大きな関心が持たれ、シミュレータを用いるトレーニングやe-learning, 動物ラボ, カダバートレーニング(CST)のようなさまざまな off the job のトレーニング法が登場した。その間に手術手技自体もかなりの進歩を遂げたが、特に内視鏡手術用自動縫合器や超音波凝固切開装置の開発など画期的な手術機器の登場に伴って、機



器の特性に合わせた方法が開発されたり、手術手技を機器の特性に対応させた側面が少なからずあり、機器と手技の開発は密接な関係で進んだ。腸管吻合法などは、新たに登場した器械に対して新たな方法が何年もかかって生み出されたと言える。このように近年の手術法は、新規の手術機器と密接に関係して成り立っており、手術教育においても機器に関する教育がかつてなく重要になっている。



今世紀に入り、医学教育にも新しい教育理論を取り入れた改革が進んでおり、アクティブ・ラーニングがそのキーワードの一つである。手術教育は、実技教育中心となりがちで、従来の on the job トレーニングの重要性は依然あるものの、上述のさまざまな off the job 方法のオプションもようやく充実してきた段階であると言える。これらは新しい教育法には違いないが、基本は、現代の手術をどのように効率的に伝えるか、すなわちエキスパートの手術をどのように効率的に模倣させるか、であって、本質は旧来の医学教育の延長上にあるといえる。

しかし、手術教育のような専門的教育においても、学習者は、現時点の「既にできあがっている」手術手技、手術機器の内容を知識として学ぶだけではなく、さまざまな開発の背景を知った上で学ぶことが、学習者の興味を喚起し、自らの工夫を加えながら手技を習得できるのではないかと考えられる。

2. 研究の目的

近年、「博物館教育」が注目されている。博物館は、資料の保存や展示のような知識を伝達するだけではなく、来館者、あるいは催し物の参加者が自ら考え、発見する喜びを体験することができる、というアクティブ・ラーニングの教育資源として注目を増している。手術教育は、上述のように機器に関する教育も格段に重要になってきており、学習者が手術機器の「博物館」において、現在の術式が成立してきた背景について、自ら発見する、考える、想像する、という段階を経た上で、手技を学び実習を行う教育システムが、既に完成した知識を教授するだけより、かえって効率的で、かつ、外科医としての将来の発展もより期待できるのではないかと考えられる。「博物館」を手術トレーニングセンターにすることでこれまでにない教育ができないかを試行することを企図した。

3. 研究の方法

(1) 手術機器「博物館」の構築

研究代表者は、1990年代から消化器外科領域の内視鏡手術の術式の確立に携わってきた関係で、多くの手術機器を保有していたが、2010年代に入り多くの手術機材がディスプレイであるため急速に失われている現状を鑑み、歴史的機器の保管および展示に取りくんできた。2017年に附属病院における診療実技のトレーニングセンターである「クリニカルシミュレーションセンター」内に体系だった機器展示を構成し始めていたが、本研究の開始に伴い、「博物館教育」という観点から展示内容、展示方法の再構成を進め、博物館にトレーニングセンターを包含させる実験的なレイアウトに改変した（本研究の進展に伴い2021年にxRセンターとした）。



新しい展示方法として、学習者の探求を促す手法として、手術機器の開発背景、使用に当たって注意すべき機器特性などを実機に重ねてタブレットなどに表示するAR表示を開発した。



(2) 「博物館」内に手術トレーニングセンターを配置

この「博物館」内にVR手術シミュレータを移設し講義や実習ができるようにした。

VR手術シミュレータの術式モジュールは、開発以降の改訂がほぼ無く、モジュール内で表現される多くの機器—特にエネルギーデバイスとステイプラーが古いままになっている。このため、VRシミュレータを使用する実習では、現在の手術に使用される機器に関する情報展示を組み合わせることが重要であり、シミュレータ実習中でも手術機器の学習にすぐに移行できるレイアウトとした。



(3) Covid感染拡大に伴う実習の制限と博物館のデジタル化拡大、遠隔対応

当初計画では、博物館内で各種の手術講習会を実施する予定であったが、参加者の多くが学外からであるため、新型コロナウイルス感染の状況で困難となった。このため、遠隔教育に対応できるよう、VR/AR(xR)技術を盛りこみ、当初の構想より博物館の構成をよりデジタルにシフトさせた。実機の博物館内で行う教育をすべてオンラインにすることは困難だが、博物館内容をできるだけオンラインでアクセスできる内容とするとともに、オンライン講習会と最小限のハンズオン実技を組み合わせる形で講習会を実施した。また、オフラインでもできるだけ遠隔教育が可能となるようなHMDのシステムを開発した。

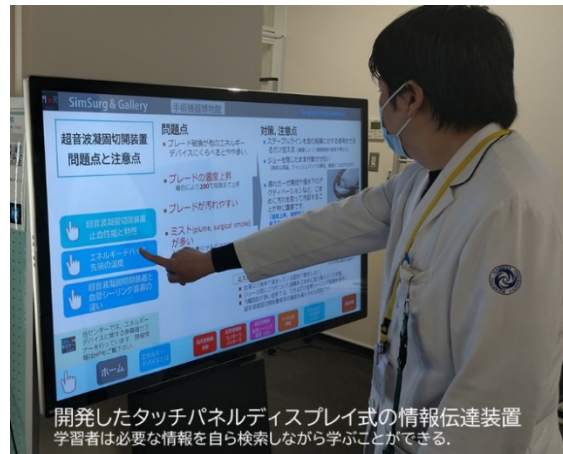
4. 研究成果

(1) デジタル・ミュージアムの構築

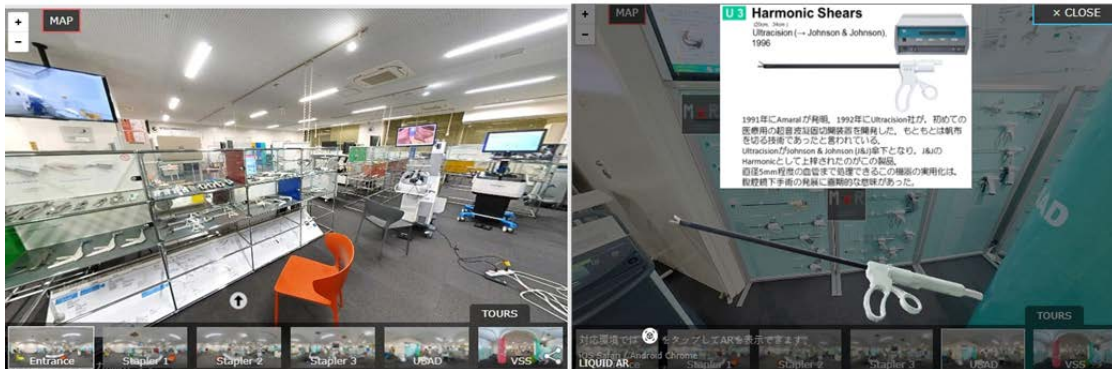
本研究の目的であるアクティブ・ラーニング実践のため、学習者が自ら情報を検索しながら学べるシステムとして、タッチパネル形式の情報システムを作成した。

遠隔対応として、博物館展示をVR化し、フィジカルな博物館でAR表示している解説もあわせてVR美術館上にも展開した。

サイバー空間上に作成されたVR博物館は、学外からのアクセスを可能にした。こうして、コロナ収束後もフィジカルな博物館とサイバー博物館の両方において手術教育を行う環境を構築した。



Web上にも博物館を作成



(2) 博物館における手術教育実施

博物館環境でのVR手術シミュレータ教育は、対象が学内者たる医学部学生の臨床実習では日常的に行われるようになった。学生の場合は、自発的に手術機器に興味を持つことは予想より少なく、機器展示を教育に用いるかどうかは、教員の誘導によるところが大きかった。



これに対し、医療スタッフに対する教育では、手術機器に対する関心は大きく、自発的に情報を収集できる「仕掛け」が機能したと考えられた。今後、タッチパネルの情報提供を充実させるとさらに効果が大きいと予想される。しかし、残念ながら、コロナ感染下で、学外の医療者に対する教育を博物館で対面実施することは本研究期間内にはできなかった。



(3) 教育の遠隔化

コロナ感染状況で、学外の医療者に対する教育は、オンラインで行うことになった。手技的な部分は映像を用いて伝達したが、受講者が博物館にアクセスするには、別途、当方のHPにアク

セスする必要があり、受講者のオンライン環境が充分でないと困難であった。また、当方が個々のアクセス状況を確認できないのも課題として残った。

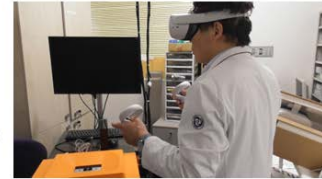
このため、博物館へのアクセスをオフラインで行う可能性も検討した。

博物館教育コンテンツは、webページとは別にHMD (Oculus Quest 2)で閲覧できるシステムを構築したが、Oculusをオンライン接続する必要がある。これをオフラインで閲覧可能とし、Oculusを受講者に配布する仕組みを作成中である。



手術機器教育 HMD表示システム作成

教育コンテンツをHMDで閲覧できるシステムを開発している。オフラインで表示できるよう開発中で、HMDの貸与により、オンライン環境が無くても、遠隔セミナーを可能とするのを目的にしている。



(4) 遠隔実技教育 今後の展開

本研究における手術教育の遠隔化では、ハンズオンで行う部分は遠隔化できなかった。

しかし、コロナ収束後も実技部分の一定のオンライン化は必要と考え、研究代表者のこれまでの触覚研究の延長で手術機器の操作感を遠隔伝送する研究も開始した。本課題研究では成果は無いが、2022年度からの基盤研究(B)「マルチモーダルVR技術を用いた外科実技教育」に引き継ぎ、継続して行う予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Chen L, Bentley P, Mori K, Misawa K, Fujiwara M, Rueckert D	4. 巻 58
2. 論文標題 Self-supervised learning for medical image analysis using image context restoration.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Medical Image Analysis	6. 最初と最後の頁 101539
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/i.media.2019.101539	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 藤原道隆, 林雄一郎, 高見秀樹, 田中千恵, 森健策, 小寺泰弘	4. 巻 75
2. 論文標題 バーチャル・リアリティ手術シミュレータ(VRS)の意義と今後の展望	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 臨床外科	6. 最初と最後の頁 476-482
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11477/mf.1407212913	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 藤原道隆, 岩田直樹, 三澤一成, 丹羽由紀子, 高見秀樹, 田中千恵, 小寺泰弘	4. 巻 16
2. 論文標題 VR手術シミュレータの20年と今日的意義	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 VR医学	6. 最初と最後の頁 1-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7876/jmvr.16.1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Hiep Hoang Ly, Yoshihiro Tanaka, Michitaka Fujiwara	4. 巻 16
2. 論文標題 Tactile sensor using the acoustic reflection principle for assessing the contact force component in laparoscopic tumor localization.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery	6. 最初と最後の頁 289-299
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11548-020-02294-w	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hiep Hoang Ly, Yoshihiro Tanaka, Michitaka Fujiwara	4. 巻 17
2. 論文標題 SuP-Ring: pneumatic tactile display with substitutional representation of contact force components using normal indentation.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery	6. 最初と最後の頁 e2325
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/rcs.2325	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

[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 藤原道隆, 田中千恵, 神田光郎, 小林大介, 高見秀樹, 岩田直樹, 小池聖彦, 小寺泰弘
2. 発表標題 「博物館」における手術教育の試み
3. 学会等名 第120回 日本外科学会定期学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 藤原道隆, 桜井麻奈美
2. 発表標題 バーチャル・手術機器ミュージアム作成の試み
3. 学会等名 第25回 日本バーチャルリアリティ学会 学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 藤原道隆, 桜井麻奈美, 岩本朗
2. 発表標題 VR/AR手術機器ミュージアムにおける手術教育
3. 学会等名 第26回 日本バーチャルリアリティ学会 学術大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Mlchitaka Fujiwara, Yoshihiro Tanaka, Tomohiro Fukuda	4. 発行年 2021年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 10/131
3. 書名 Surgery and Operation Room Innovation / Forceps-type palpation system	

〔産業財産権〕

〔その他〕

手術機器ミュージアム バーチャルツアー https://www.med.nagoya-u.ac.jp/edu/nucsc/museum/
--

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
---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------