

令和 6 年 5 月 24 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K07703

研究課題名（和文）XR技術を活用した医療放射線技術教育教材の開発と実践

研究課題名（英文）Development and practice of medical radiation technology educational materials utilizing XR technology

研究代表者

藤淵 俊王（Fujibuchi, Toshioh）

九州大学・医学研究院・教授

研究者番号：20375843

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）：放射線診療の普及が世界で広がる中、患者の被ばくを最小限に抑えかつ有効に放射線を利用するため、X線撮影装置や透視装置、CT装置等を安全にかつ有効に使いこなす技術・技能が求められる。医療技術者養成校では医療機器の操作技能を習得する実習があるが、機器が高額で多くの装置を扱うことができない、被ばく等を伴う等の課題がある。また医療現場では職場内訓練が実施されるが、希少な症例への対応や医療安全の観点からも訓練は重要である本研究は、XR環境下で学生や医療スタッフがトレーニングを実施可能な、医療放射線技術教育教材を開発し、医療系学生やスタッフがこのシステムを使用することで、その有効性を明らかにする。

研究成果の学術的意義や社会的意義

開発したXRアプリケーションにより、被ばくを伴うことなく、放射線検査の様子や被ばく低減対策を検討することが出来るようになった。放射線の装置は高額であり容易に使用することが出来ないため、仮想環境を使いトレーニングをすることは効率的である。またアプリケーションは一般公開することで国内外を問わず多くの人が使用することが出来る。その点で社会的意義が高いと言える。

研究成果の概要（英文）：As radiology becomes more popular around the world, there is a need for technology to safely and effectively use X-ray equipment in order to minimize patient exposure and use radiation effectively. Medical technician training schools offer practical training to learn the skills to operate medical equipment, but there are issues such as exposure to radiation. This research develops medical radiation technology educational materials that allow students and medical staff to conduct training in an XR environment, and uses this system to clarify its effectiveness.

研究分野：放射線技術学

キーワード：仮想現実 拡張現実 放射線防護 教材

1. 研究開始当初の背景

放射線の医療への貢献は大きく、また近年では画像診断において AI を活用した診断の補助や画質改善等、さらなる発展が進んでいる。その一方、放射線の利用では被ばくの恐れがあり、近年では水晶体の白内障リスク低減のため線量限度が引き下げられ、透視手術時のスタッフの被ばくに伴う発がん事例など国際的にも大きな問題になっている。そのため作業者は放射線防護を含め装置を安全に取扱う技術を身に付ける必要がある。医療専門職養成教育機関では、医療機器の操作技術を習得する実習科目がある。実習はより現場に近い環境で行う必要があるが、医療用放射線装置を取り扱う実習では、装置が非常に高額なため取り扱える機会や施設が制限される・被ばく等の危険を伴う・実際の患者を対象にできない等の課題がある。また実習をしたとしても技術・技能の習熟度を客観的に評価することは難しい。さらに医療機関では、職場内訓練 (OJT: On the Job Training) が一般的であるが、希少な検査や患者にリスクのある高度な手技は簡単に技術を身に付けることが出来ない。

近年、ICT が発達し、移動通信システムも 4G から 5G と通信速度が増し、これまで仮想環境において実現の難しいことが出来るようになってきた。スマートフォンに代表されるように、計算・表示機能の高性能・高解像度小型化により、仮想現実 (VR: Virtual Reality)・拡張現実 (AR: Augmented Reality)・複合現実 (MR: Mixed Reality) 技術 (総称してクロスリアリティ: XR) を応用したシステムが普及しつつある。現在、いくつか VR を活用した教育教材も市販されているものの、放射線装置並みに高額だったり、専用の PC や周辺機器が必要であり、使用できる環境に限られるという問題がある。この問題を解決するために、web ブラウザ上で動作する webVR・AR 技術を活用することで、オンラインで場所や端末を問わずトレーニングを実施できる可能性がある。

2. 研究の目的

XR 技術を活用し web ブラウザ上で動作する電子教材、またデータ通信の双方向性から身に着けた技術を可視化し客観評価する手法の開発により学生や医療スタッフが実習を実施可能な医療放射線技術教育教材を開発する。さらに電子教材に対応した教材自体の評価方法を研究開発し、実践することで、その有効性を明らかにする。

3. 研究の方法

最初に先行研究で開発した VR コンテンツや放射線検査室の 3 次元線量情報をベースに webVR・AR で動作するようオンライン XR 教材を開発した。各教材のシナリオを作成し、臨場感のある実習が実施できるよう 360 度カメラやコンピュータグラフィックスを用いて教材を作成した。

また、医療放射線装置の取扱いおよび手技の教育コンテンツとして、X 線撮影、血管造影や透視検査、CT 検査、放射線治療等放射線診療時の患者接遇を含む対応についての教材を作成した。

さらに医療放射線防護教育コンテンツとして、手術室での外科用透視の手技で医師や看護師が被ばくしないよう放射線防護を理解する教材を作成する。このトレーニングは医師や看護師など多くの医療従事者が対象になることから、大人数が同時に受講できるようスマートフォンや PC 等の機材とネット環境があれば自宅でもトレーニングできるシステムとした。

作成した教材を学生や医療スタッフを対象に使用する。使用後にアンケートの評価結果をフ

ードバックすることで、システムの改善を図る。国内だけでなく海外の研究協力者の施設でも実施することで、web 環境があれば国際的にも使用可能なシステムであることを検証した。

4. 研究成果

医療機関で実施されている冠動脈の血管造影検査、胸部の X 線 CT 検査およびオーバーテーブル型透視装置による上腹部の X 線透視検査の場において、放射線防護具を使用した場合と使用していない場合での、各 X 線診療室環境を仮想空間上に構築し、モンテカルロシミュレーションにより 3 次元の散乱線ポリウムデータを算出した。X 線装置は典型的な形状のものを使用し、患者モデルには ICRP110 人体ボクセルファントムを使用した。

散乱線ポリウムデータは、複数の線量の等値面を obj ファイルとして出力した。また、各 X 線装置や放射線防護具、患者の形状も obj ファイルとして、さらに複数の X 線診療室の 2 次元断面の散乱線分布をカラー画像として出力した。obj ファイルについては表面にスムージングの処理をすることで、ファイルデータサイズを削減した。

出力した複数のファイルを組み合わせ、webVR、webAR の場を構築した。webAR では、AR マーカーを使用することで、構築したオブジェクトを表示させた。X 線装置の違いや放射線防護具の有無は画面上のボタンで切り替えができるようにした。ノート PC やタブレット端末、スマートフォンを用い、Windows や iOS、Andoroid 等の異なる OS においても正常に動作することを確認した。

仮想現実（バーチャルリアリティ）および拡張現実（オーギュメンティッドリアリティ）を含むクロスリアリティを利用した医療現場の職業被ばく対策

のための放射線防護教育教材として、X 線撮影、X 線透視、ポータブル撮影、CT 検査、血管造影の仮想環境と散乱線分布をシミュレーションし、サーベイメータによる実測値との比較からその精度の検証を実施し大きな問題はないことを確認した。シミュレーション結果の散乱線ポリウムデータをもとに webVR および AR（図 1）また iPad での AR アプリ（図 2）を開発し、そのアプリを使用可能な環境を整備した。

作成したサイトは一部公開インターネット環境があればだれでも使える状況にした（<https://arp.kyushu-u.ac.jp/dxrpp/material/>）。また散乱線のポリウムデータから任意の断面の散乱線分布を表示する iPad アプリを作成、公開した。

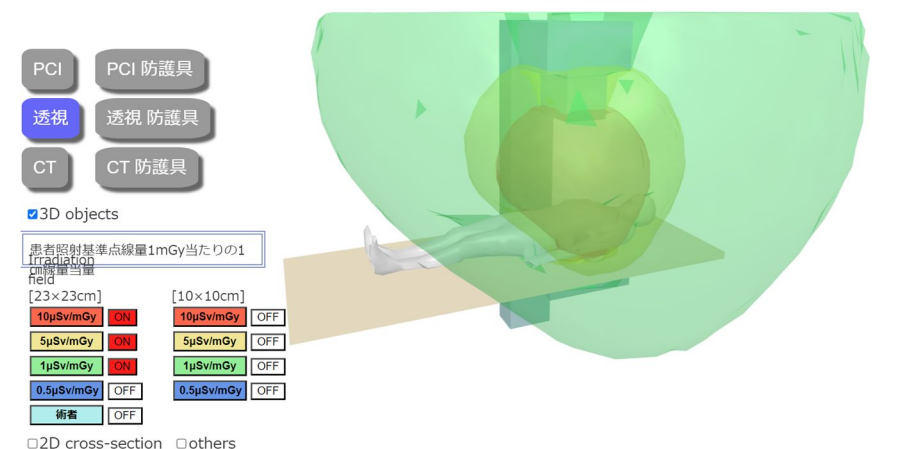


図 1 webVR で動作する透視検査での散乱線分布の可視化アプリケーション

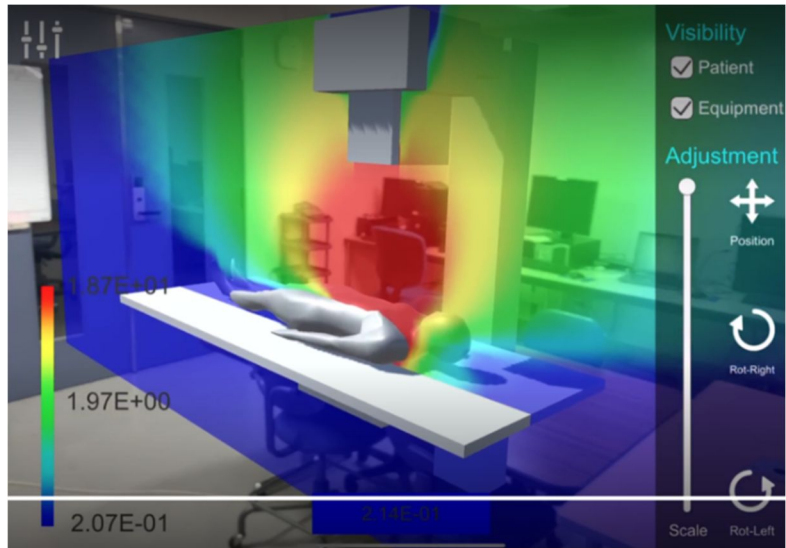


図2 仰臥位の患者へのX線照射に対する散乱線分布AR表示アプリ

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 藤淵 俊王	4. 巻 20
2. 論文標題 「被ばく線量管理・放射線防護」に関するぜひ読むべき論文、興味深い示唆に富む論文	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 RadFan	6. 最初と最後の頁 87-91
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
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 -
1. 著者名 藤淵 俊王	4. 巻 64
2. 論文標題 放射線診療における医療従事者の被ばく 正しい知識から安心と安全を見直す	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 保健の科学	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
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 -
1. 著者名 藤淵 俊王	4. 巻 534
2. 論文標題 DXと放射線防護教育	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 NLだより	6. 最初と最後の頁 1-1
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
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 -
1. 著者名 藤淵 俊王	4. 巻 39
2. 論文標題 仮想現実技術による散乱線分布の可視化と放射線防護教育への活用	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 医用画像情報学会雑誌	6. 最初と最後の頁 19-23
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11318/mii.39.19	査読の有無 無
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 -

1. 著者名 藤淵 俊王	4. 巻 568
2. 論文標題 医療現場における職業被ばくの現状と課題	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 新医療	6. 最初と最後の頁 86
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 -

1. 著者名 藤淵 俊王	4. 巻 535
2. 論文標題 医療機関における不均等被ばくの実態調査について	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 FBNews	6. 最初と最後の頁 6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 -

1. 著者名 Toshioh Fujibuchi	4. 巻 41
2. 論文標題 Radiation protection education using virtual reality by visualization of scatter distribution in radiological examination	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Radiological Protection	6. 最初と最後の頁 S317
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6498/ac16b1	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 -

1. 著者名 Kazuki Nishi, Toshioh Fujibuchi, Takashi Yoshinaga	4. 巻 1943
2. 論文標題 Development of scattered radiation distribution visualization system using WebAR	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Conference Series	6. 最初と最後の頁 12057
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/1943/1/012057	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 -

〔学会発表〕 計18件（うち招待講演 12件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 藤淵 俊王
2. 発表標題 医療放射線防護 医療被ばくおよび職業被ばくに関する最新動向
3. 学会等名 沖縄県放射線技師会 令和4年学術研究発表会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤淵 俊王
2. 発表標題 IVR での職業被ばくのシミュレーションと AR を用いた防護システム
3. 学会等名 日本放射線技術学会 九州支部 令和 4 年度第 1 回放射線防護・計測セミナー（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤淵 俊王
2. 発表標題 X線透視での線量評価
3. 学会等名 第11回医学物理講習会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤淵 俊王
2. 発表標題 医療分野（エックス線検査）での線量評価・遮蔽計算について
3. 学会等名 日本原子力学会 放射線遮蔽設計法に係るワークショップ第8回（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤淵 俊王
2. 発表標題 医療分野における職業被ばくと放射線防護
3. 学会等名 三重県産業保健研修会 第1回スキルアップ専門研修（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤淵 俊王
2. 発表標題 水晶体被ばくについて
3. 学会等名 第8回福岡県診療放射線技師会学術大会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤淵 俊王
2. 発表標題 眼の水晶体の放射線防護・管理方法の考え方
3. 学会等名 日本放射線技術学会中部支部 アンギオ研究会セミナー（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Toshioh Fujibuchi
2. 発表標題 Radiological technology education utilizing Virtual Reality
3. 学会等名 Symposium on Intelligent Data Science for Radiological Imaging (iDSRI) between Universiti Malaya and Kyushu University (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤淵 俊王
2. 発表標題 仮想現実技術を活用した放射線技術科学教育の実践
3. 学会等名 日本放射線看護学会第10回学術大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤淵 俊王
2. 発表標題 職業被ばくに関する法改正と防護方法の考え方
3. 学会等名 大分県放射線技師会 第31回学術大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤淵 俊王、森田 拳斗、川田 賢治、内田 恭裕
2. 発表標題 内視鏡的逆行性胆管膵管造影検査における 散乱線の可視化と効果的な放射線防護対策の検討
3. 学会等名 第16回 九州放射線医療技術学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 本井傳 健太、藤淵 俊王
2. 発表標題 深度カメラによるボディトラッキングを用いた術者の観察システムの作成
3. 学会等名 第16回 九州放射線医療技術学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大野 耶佳、 藤淵 俊王
2. 発表標題 Mixed Reality技術を用いたCT検査室内の3次元散乱線分布の可視化
3. 学会等名 第16回 九州放射線医療技術学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤淵 俊王
2. 発表標題 仮想現実技術による散乱線分布の可視化と放射線防護教育への活用
3. 学会等名 医用画像情報学会令和 3 年度春季（第192回）大会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤淵 俊王
2. 発表標題 クロスリアリティ技術を活用した 医療放射線防護教育への展開
3. 学会等名 第123回日本医学物理学会学術大会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤淵 俊王、西 和紀、中嶋 美咲希
2. 発表標題 WebARを利用した三次元散乱線分布の可視化する放射線防護教材の開発
3. 学会等名 第78回日本放射線技術学会総会学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 本井傳 健太、藤淵 俊王
2. 発表標題 深度カメラを利用した術者位置モニタリングによるX線透視時の被ばく警告システムの開発
3. 学会等名 第78回日本放射線技術学会総会学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中嶋 美咲希、藤淵 俊王、西 和紀
2. 発表標題 Webブラウザ上での血管造影検査室内の3次元散乱線分布表示の検討について
3. 学会等名 第78回日本放射線技術学会総会学術大会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 藤淵 俊王	4. 発行年 2023年
2. 出版社 メジカルビュー社	5. 総ページ数 264
3. 書名 診療放射線技師 スリム・ベーシック 放射線医学概論	

〔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

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