

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 5 月 17 日現在

機関番号：33910

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K17538

研究課題名（和文）散乱放射線分布図を用いた被ばく防護教育教材の開発と看護職者への教育効果の検証

研究課題名（英文）Development of Educational Materials for Radiation Protection Using Scattered Radiation Distribution Maps and Verification of Educational Effects on Nurses

研究代表者

大屋 富彦 (DAIOKU, Tomihiko)

中部大学・看護実習センター・助教

研究者番号：30748215

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、nanoDot線量計を用いて胸腹部移動型X線撮影ならびに頭部コンピューター断層撮影（頭部CT撮影）で発生する散乱線量を計測し、RGBカラスケールで発生した散乱線の分布図を作成した。さらに、作成した分布図をプロジェクションマッピングとバーチャル・リアリティにより可視体験できる教材を開発した。開発した教材を用いた仮想体験型の放射線防護研修会を設計し、看護学生ならびに看護師を対象に教育効果を検証した。研修会に参加した看護学生や看護師は、放射線や放射線防護に関する知識が高まり、放射線や放射線防護に対する認識が変容した。さらに、放射線防護行動が適正化され放射線に関する学習意欲も高まった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

科学技術の進歩に伴い、医療における放射線診療が果たす役割は年々高まっている。放射線診療に携わる看護師には、放射線の特性やヒトへの影響、防護の方法に関する知識やスキルが要求されるが、物理学や遺伝学を基盤とする放射線医学に苦手意識をもつ看護師は多い。本研究では、目に見えない放射線を仮想的に可視体験できる教材を開発したことで、看護学生や看護師が放射線や放射線防護について学習することを支援した。

研究成果の概要（英文）：In this study, we measured the scattered doses generated by Mobile Radiography of the chest and abdomen, and Computed Tomography of head (Head CT) using nanoDot dosimeters, and created RGB color-scale scattered dose distribution maps. In addition, we developed a teaching material that allows users to visually experience the distribution maps using Projection Mapping and Virtual Reality (VR). Using the developed educational materials, we designed a virtual hands-on radiation protection workshop and verified the educational effects on nursing students and nurses. The workshop participants increased their knowledge of radiation and radiation protection and changed their perception of radiation and radiation protection. In addition, their radiation protection behaviors became more appropriate and their motivation to learn about radiation increased.

研究分野：放射線看護学

キーワード：看護教育 放射線 バーチャル・リアリティ プロジェクションマッピング

1. 研究開始当初の背景

近年、国際的にも医療従事者の職業被ばく線量の低減が課題となっている。しかし、我が国の看護師の職業被ばくに対するリスク認識は他の医療従事者と比較しても低く、必要な被ばく防護対策がとられていない現状が報告されている(高波、馬場、草間、2006; 西、杉浦、2007; 山幡、白鳥、大石ら、2017)。また、看護師は患者から様々な相談や情報提供を求められる機会が多いにも関わらず、放射線診療による被ばくに関する相談や情報提供に関しては的確に答えることができず、看護師自身のもつ誤った認識や過剰な退避行動がかえって患者らを不安に陥れているといった現状も報告されている(川原田、2000; 高波、馬場、草間、2006; 西、杉浦、2007)。渡辺、松成、寺崎、鎌田、家弓(2016)は、このような現状の背景には、看護師の放射線に関する知識不足が大きく関係しており、「放射線の正体が目には見えないことが」「看護」と「放射線を知ること」の間に多くの障害をつくり、理解の困難さと取り組みにくさを形成しているためであるといわれている。

一般的に、放射線は人間の五感で感じることができず、感覚的に放射線の存在や特性を知ることが難しい。そこで、放射線や放射線防護について理解するためには、物理学や化学、生物学といった自然科学の知識が必要不可欠となり、これらの知識を統合して放射線の特性をイメージすることが必要になる。しかし、看護学生の大部分は高校で物理を履修しておらず(澤田、2011)、とくに放射線を理解するのに最も重要な原子物理系の理解が低いといわれている(宇野、斎藤、2011)。すなわち、専門的に放射線を学ぶためには、自然科学の知識の獲得から始めなければならない、これには膨大な時間と労力が必要になり、放射線の専門家ではない看護教育としては現実的な学習方法とはいえない。現在、看護師は被ばくによる健康被害の発生リスクと恐怖を感じながら日々の診療に携わっており、看護師にとって放射線に関する必要最小限の知識と防護行動の習得は急務といえる。そこで、放射線の正体が目には見えないことが放射線の理解を困難にしているのであれば、放射線の存在と特性を視覚的に捉えることで、適切に放射線を防護する正しい知識と適切な防護行動の習得が可能になるのではないかと考えた。さらに、看護師が放射線について正しい知識と適切な防護行動を習得できれば、看護師の被ばくによる健康被害の低減だけでなく、放射線看護における患者ケアの質向上にも貢献できるのではないかと考え、本研究の着想に至った。

2. 研究の目的

実際の放射線画像診断検査の場面を想定した散乱放射線分布図を作成することで放射線被ばく防護に関する視覚的教材を開発し、開発した教材を用いた研修会の教育効果を検証した。

3. 研究の方法

(1) 視覚的教材の開発

看護師が最も遭遇する可能性の高い病室での移動型 X 線撮影と介助に伴う被ばく線量が多いといわれるコンピューター断層撮影 (CT 撮影) で発生する散乱線量を計測し、線量分布を RGB カラーモデルで表現した。移動型 X 線撮影では、一般的に撮影されることの多い胸部と腹部の撮影を想定した。CT 撮影では、最も撮影機会が多いと言われる頭部 CT 撮影を想定した。

撮影条件は臨床での検査と同様に設定し、人体等価ファントムに対し撮影を行った際に発生した散乱線量を空間線量計で計測した。計測結果から、撮影室内での散乱線の分布特性を示す線量プロファイルが得られた。得られた線量プロファイルに RGB カラーモデルで色付けをし、カラーマップを作成した。作成したカラーマップを用いて 2 種類の視覚的教材を開発した。

プロジェクションマッピングを用いて、移動型 X 線撮影で発生した散乱線の線量分布を実寸大で可視体験できる教材を開発した。

バーチャル・リアリティを用いて、頭部 CT 撮影で発生した散乱線の線量分布を実寸大で可視体験できる教材を開発した。

(2) 教育効果の検証

開発した視覚的教材を用いて看護学生と看護師を対象に研修会を開催し、教育効果を検証した。本研究は、所属機関の倫理委員会の承認を得た上で、対象者に文書と口頭で研究内容を説明し、同意を得てから実施した。

プロジェクションマッピングを用いた移動型 X 線撮影を想定した研修効果の検証

A 大学に在籍する看護学生を対象とした。ただし、看護師の職務内容や病室での移動型 X 線撮影についてのイメージができる必要があったため、専門基礎科目の履修や臨地実習を経験していない第 1 学年は対象から除外した。複数名 1 グループごとに、講義とプロジェクションマッピングによる可視体験で構成された研修会を開催し、研修前後での質問紙と研修中の観察法によりデータ収集を行った。質問紙の回答結果は、研修会前後での変化を分析した。観察法では、可視体験前後での退避行動の変化を観察した。

バーチャル・リアリティを用いた頭部 CT 撮影を想定した研修効果の検証

B 病院, C 病院に在籍する看護師を対象とした。ただし, 研修後の実務への活用についてもデータ収集するために看護管理者は対象から除外した。複数名 1 グループごとに, 講義とバーチャル・リアリティによる可視体験で構成された研修会を開催し, 研修前後ならびに研修 1 ヶ月後での質問紙によりデータ収集を行った。質問紙の回答結果は, 研修前後ならびに研修 1 ヶ月後での変化を分析した。

4. 研究成果

(1) 視覚的教材の開発

プロジェクションマッピング教材

移動型 X 線撮影で発生した散乱線分布のカラーマップは, 液晶プロジェクターで投影することで実空間にマッピングすることができた。模擬病室 (5 × 5m²) の床面へ実寸大で散乱線の分布をマッピングするためには, 液晶プロジェクター 5 台を必要とした。これら 5 台の液晶プロジェクターに映像を分配し, 平面鏡で屈折させることで床面への実寸大でのマッピングを可能とした。カラーマップの表示は, 随時 On/Off を可能にした。

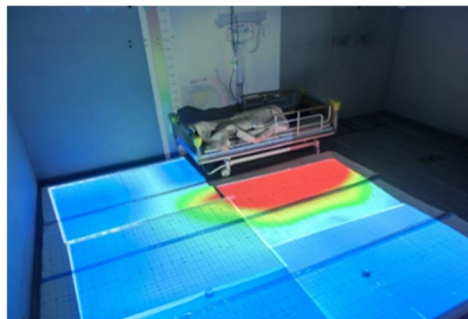


図 1. プロジェクションマッピング教材

バーチャル・リアリティ教材

CT 撮影で発生した散乱線分布のカラーマップは, CT 撮影室の 3D-CG 上に投影することで仮想空間にマッピングすることができた。本教材は, VR ゴーグルとヘッドフォンを装着し, 視覚と聴覚で CT 検査の一連を仮想体験できる没入型教材とし, CT 検査の映像と音声に X 線照射中のみ散乱線の分布が投影される体験モード, 随時散乱線の分布映像を投影できる解説モード, 散乱線の分布特性を俯瞰できる俯瞰モードの 3 つのモードを搭載した。体験モードと解説モードでは, 対象者は検査室内を自由に動き, 自身の視線で検査場面や散乱線の分布映像を視認できるようにし, 俯瞰モードでは検査室を天井から見下ろし, 検査室内での散乱線の分布を確認することができるようにした。また, 解説モードと俯瞰モードでは, 散乱線の分布に加え, アイソセンターからの距離と角度, 被ばく線量を示すスケールを表示できるようにした。

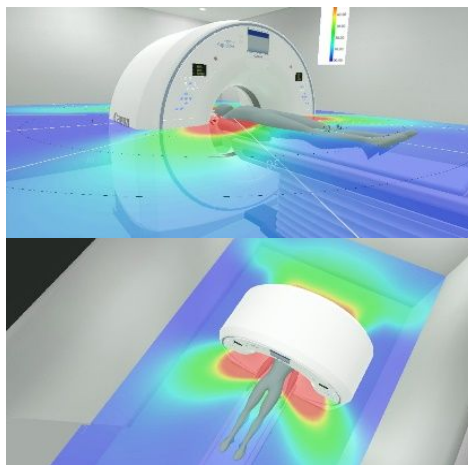


図 2. バーチャル・リアリティ教材
(上段: 解説モード, 下段: 俯瞰モード)

(2) 教育効果の検証

プロジェクションマッピングを用いた移動型 X 線撮影を想定した研修効果の検証

対象者は, 第 4 学年が 8 名 (42.1%), 第 3 学年が 6 名 (31.6%), 第 2 学年が 5 名 (26.3%) の計 19 名であった。研修会の受講によって, 同室での X 線撮影に対してあまり怖くないと回答した学生が減少し, とても怖いまたは全く怖くないと回答した学生が増加した。また, 同室での作業安全域については, 2m 以上と答えた学生が減少し, 3m 以上と答えた学生が増加, わからないと答えた学生はいなかった。研修会を受講する前の学生は, 移動型 X 線撮影による被ばくの恐れについて科学的な根拠を説明できない中で, なんとなく怖くないものだと考えていた。しかし, 研修会で散乱放射線の分布を実寸大で視覚的に体感し, 患者からの距離を設けることで被ばくの心配が軽減することを理解した。その根拠に, 研修会後の学生の退避行動は, 知識として与えられた 2m に固執することなく, 自身の身の安全を確保するために赤色領域に近寄らず, かつ患者に不安を与えないように必要以上に逃げることもない距離を各々が考えて行動していた。

プロジェクションマッピングによる視覚化は, 知識の獲得だけでなく, 各人がどうすれば被ばくから身を守ることができ, かつ患者に余計な不安を与えずに済むのかを考える思考力の育成にも効果があるといえた。研修後には, 対象者の放射線教育への受講意欲が高まり, より専門的な学習に発展させていくための動機づけとしての効果もあるといえた。しかし, プロジェクションマッピングでは, 天井への液晶プロジェクターの設置が難しく, 設置方法や調整方法の検討が必要であった。また, 天井に設置した液晶プロジェクターの落下の危険性など, 安全性の確保への検討が必要であった。

バーチャル・リアリティを用いた頭部 CT 撮影を想定した研修効果の検証

対象者は 11 名 (一般病棟 6 名, 集中治療室 4 名, 放射線科 1 名) であった。研修会の受講によって, 対象者の放射線や放射線防護に関する基礎知識が高まったが, 1 ヶ月後にはやや低下する傾向にあった。放射線や放射線防護に関する基礎知識が高まったことによって, 研修前は被ば

くに対して恐怖心を抱きながらも、なんとなく大丈夫だろうといった曖昧な知識に基づいた漠然とした態度であったが、研修後には低線量の被ばくでも影響が生じる可能性はあり、根拠に基づき適切に防護すべきであるといった科学的根拠に基づいた態度へと認識が変化した。さらに、防護の3原則に基づいた防護行動を実務に活用する姿が認められた。しかし、防護の3原則の「遮蔽」については、防護エプロンの着用者は増えたが、防護メガネやネックガードの着用には変化がなかった。対象者の研修満足度は非常に高く、学習意欲も高まったが1か月後には意欲がやや下がる傾向にあった。

バーチャル・リアリティによる視覚化は、没入感が強く実務を意識して放射線の基礎知識を獲得でき、知識が抽象化されるため長期的な知識の定着化が期待できるといえた。また、正しい知識が定着することで、放射線に対する適切な認識が形成され、防護の3原則を活用してどのように被ばくを防げばよいのか自分で考え、行動する力の育成に効果があるといえた。さらに、これまで難しく理解できなかった放射線について、バーチャル・リアリティによる可視化で“わかる”という体験ができたことで、もっと知りたい、もっと調べてみようという学習意欲を向上させる効果があるといえた。

看護師への放射線教育に適した放射線の視覚化への示唆

プロジェクションマッピングは、液晶プロジェクターを安全・正確に設置できる施設が完備できれば、安価にかつ多人数に対して一斉に教育できるというメリットがある。また、現実空間への投影であるため距離感がつかみやすいというメリットがあった。しかし、対象者が体感するためには床面に投影せざるを得ず、実際の臨床場面への没入感には劣るというデメリットがあった。一方で、バーチャル・リアリティはVRゴーグルの装着による仮想空間を提供するため、専用の施設を準備する必要がなく、机などの障害物のない部屋があればいつでも実際の臨床場面に近い没入体験の中で非現実的な仮想体験ができるというメリットがある。また、距離感についても実空間に投影するプロジェクションマッピングには劣るものの立体感まで体感できるというメリットがあった。しかし、VRゴーグルの装着により仮想空間に没入するため、多人数に対して一斉に教育する場合には、衝突等の危険から自由に動き回ることにはできない。

いずれの教材も目に見えない放射線を可視化し、放射線の特徴を理解するには、霧箱の実験装置よりも臨床場面を想起でき、放射線診療での防護の実際を学習するには有用な教材といえる。各々の教材の特徴を理解した上で、学習の目的や目標に見合った教材を選択することが重要であるといえる。今後は、プロジェクションマッピングならびにバーチャル・リアリティの両教材に対応できるように、放射線診療場面をさらに増やしていく予定である。

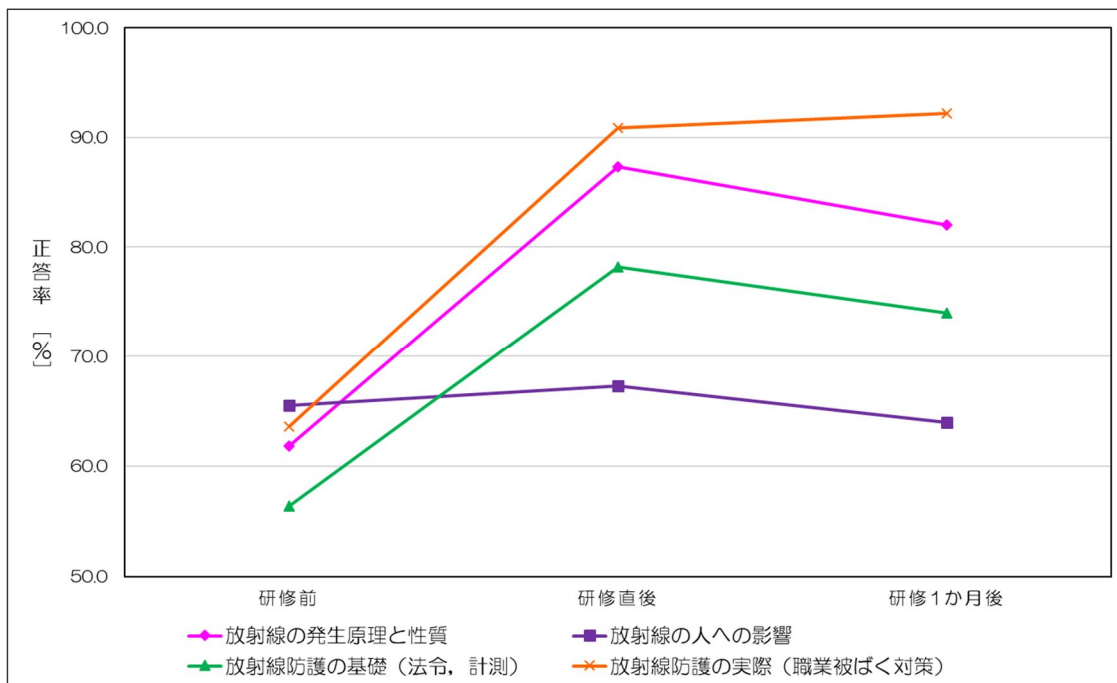


図3. 放射線の可視化教材を用いた研修会による知識の習得と定着

【引用文献】

- 川原田昭，江良謙一，北原洋貴，宮崎真範，今田佳明，村崎大地，原啓，倉持好夫，内山勝弘（2000）．患者からの看護婦への放射線についての質問と対応．日本放射線技師会雑誌，47：109-118．
- 西紗代，杉浦絹子（2007）．看護職者の放射線に関する知識の現状と教育背景．三重看護学誌，9：63-72．

- 澤田忠幸 (2011). 愛媛県立医療技術大学における ” 入学前後における学生の学習状況 ” 調査 : リメディアル教育改善への示唆に向けて. 愛媛県立医療技術大学紀要, 8 (1): 43-51 .
- 高波利恵, 場健太郎, 草間朋子 (2006). 放射線診療および放射線被ばくの防護に関する看護師の知識・認識の実態. 看護教育, 47 (6): 528-533.
- 宇野文夫, 斎藤健司 (2011). 大学看護学部学生の科学リテラシーに関する調査 自然科学に対する意識と基礎知識. 新見公立大学紀要, 32. 61-66.
- 渡辺明美, 松成裕子, 寺崎敦子, 鎌田雅子, 家弓丸子 (2016). 放射線に関わる職場で看護師の働きたくない理由の分析と今後の課題. 鹿児島大学医学部保健学科紀要, 26 (1): 107-113 .
- 山幡朗子, 白鳥さつき, 大石ふみ子, 伊藤真由美, 田嶋紀子, 近藤恵子, 春田佳代 (2017). 全国の放射線診療に従事する看護職者の職業被ばくに関する教育・研修の現状と防護行動およびリスク認識に関する研究. 愛知医科大学看護学部紀要, 16: 31-38.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2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 2件）

1. 著者名 Tomihiko Daioku, Masanao Kobayashi, Fumiko Oishi	4. 巻 in Press
2. 論文標題 Development of Visual Educational Materials for Radiation Protection in Computed Tomography	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Radiology Nursing	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jradnu.2021.04.006	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 大屋 富彦, 小林 正尚	4. 巻 8
2. 論文標題 プロジェクションマッピングを利用した 看護職者への放射線防護教育	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本放射線看護学会誌	6. 最初と最後の頁 3-10
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.24680/rnsj.8.1_3	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 1件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 富澤登志子, 北島麻衣子, 野戸結花, 工藤幸清, 西沢義子, 内藤知佐子, 井瀧千恵子, 漆坂真弓, 會津桂子, 大屋富彦, 山崎加代子
2. 発表標題 看護学教育・モデル・コアカリキュラムの基盤を形成にむけた放射線看護教育モデルの実践
3. 学会等名 日本看護学教育学会 第29回 学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 白鳥さつき, 大石ふみ子, 大屋富彦
2. 発表標題 看護職者の職業被ばく防護に関する教育プログラム開発のための情報交換と課題の共有
3. 学会等名 第38回 日本看護科学学会学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大屋富彦, 小林正尚
2. 発表標題 プロジェクションマッピングを利用した看護職者への放射線防護教育(仮)
3. 学会等名 日本放射線看護学会 第10回 学術集会(招待講演)
4. 発表年 2021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
研究協力者	小林 正尚 (Kobayashi Masanao)	藤田医科大学・医療科学部・講師 (33916)	
研究協力者	大石 ふみ子 (Oishi Fumiko)	聖隷クリストファー大学・看護学部・教授 (33804)	

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