

研究結果の概要

研究代表者 藤淵 俊王
九州大学大学院医学研究院保健学部門
医用量子線科学分野 教授

研究課題名（課題番号）： デジタルトランスフォーメーションを活用した医療従事者の被ばく低減プログラムの開発と有効性の検証（220201-01）
研究実施期間： 令和4年4月1日から令和7年3月31日まで

研究の目的：

2011年に国際放射線防護委員会(ICRP)で水晶体等価線量限度引下げの勧告が出て以降、国内では法令取入に向けた実態調査や被ばく低減対策の検討が進められてきた。医療現場における職業被ばくについて、被ばく量の高い放射線診療従事者も存在することから被ばく低減に向けた取組と有効性の評価が求められる。そこでこれまでの知見とデジタルトランスフォーメーションの技術を活用して実効性の高い放射線診療従事者の被ばく低減対策プログラムを開発し、被ばくの低減を図ることを目的とする。

研究結果の概要：

本研究において提案する被ばく低減プログラムは、デジタルトランスフォーメーション(DX)を活用したこれまでにない効率的なシステムの開発と有効性の評価を実施できる点が特色である。開発するコンテンツは上記背景の課題の解決策として、下記の3項目の放射線防護教材開発を実施した。

1. 放射線防護教育 web サイトおよびアクションチェックリストの作成と有効性の評価

本研究では、医療現場に対する職業被ばくの放射線防護教材を web サイトを作成し、電子教材として活用しやすいようまとめた。具体的な内容として、外部放射線防護の3原則やX線照射中の放射線の広がり方という基礎的な事項に加え、IVRや透視、CT等、様々な状況に応じた被ばく低減の要点について、放射線防護具の紹介や活用法、画像や動画を踏まえた資料を作成した。内容に関して臨床的および放射線医学・技術学教育の視点から、実務上理解しやすいものになるよう検討した。また、先行研究の情報を統合してアクションチェックリストを作成し、被ばく低減対策についての改善例を提示する資料も組み込んだシステムとした。その上で、構築したサイトとアクションチェックリストについてアンケート調査を、医療従事者の多忙な業務の中で、職業被ばく低減のため放射線防護について基本的で効率よく効果的な学習の機会の提供が望まれていること、アクションチェックリストは検査種類別に作成する必要があることが明らかになった。

最終年に構築したサイトとアクションチェックリストについて、使用前後の被ばく量の変化から有効性の評価と改善を実施した。全体の被ばく量は、使用前の令和4年度が実効線

量 0.49 mSv、水晶体等価線量 1.41 mSv、皮膚等価線量 1.47 mSv に対し、使用後の令和 5 年度では 0.37 mSv、0.94 mSv、1.02 mSv に全て低下した。アクションチェックリストは、現場の状況に応じて項目を細分化し、令和 6 年度版は防護具や線量計の種類等具体的に 80 項目、7 部門（小線源治療追加）に追加した。

2. 3 次元放射線可視化教材

放射線業務を行う上で、放射線は目に見えないことが放射線診療従事者にとって放射線や防護の理解を妨げる要因となっている。放射線の「見える化」による放射線診療中の検査室内の散乱線の広がり認識し、放射線防護に関する理解度を向上させることを目的に教材を開発した。

VR/AR を活用した放射線防護教材として、Ray Tracing という計算技術を活用して X 線透視場における放射線防護板や医療従事者の移動による散乱線分布の変化をリアルタイムに推定する手法、モンテカルロ計算による散乱ベクトル情報を基にした放射線防護板の移動に伴う散乱線分布の簡易計算手法を考案した。計算に時間をかけた精密なシミュレーションに比べ精度は劣るものの、数秒で放射線防護板等の位置の影響を反映できる教材としての活用が期待できる。また、放射線防護教育の目的で散乱線の広がり方の視覚的な理解を深めるために VR ゴーグルによる散乱線可視化教材を開発した。また iPad を利用した血管造影検査における AR 放射線防護教材の有効性を理解度や教材の充実度等から評価し、本教材は放射線防護教育を実施する上でモチベーションを高めることに有効であることを実証した。

3. リアルタイム被ばく警告システム

これまでリアルタイムに線量計で測定することが困難であった手指等の末梢や眼を含め、全身の被ばく量分布をボディトラッキング技術を利用してリアルタイムに推定し、医師や看護師に音や画像で提示することで被ばく低減につなげるシステムを開発した。また、高感度散乱線可視化カメラを開発し、医療スタッフへ飛んでくる散乱線をリアルタイムに可視化することで、適切な遮蔽板の配置やその効果を確認するシステムを開発した。開発した 3 次元散乱線分布と医療従事者のボディトラッキングシステムと組み合わせることで、臨床現場での詳細な医療従事者の被ばく推定に役立てられる。

結論：

デジタル技術を活用し見えない放射線を可視化した放射線防護教材を開発するとともにその有効性を示した。また放射線診療従事者からの放射線防護対策および放射線防護教育に関する要望が明らかとなり、それらの課題解決に取り組む必要がある。

今後の展望：

本事業において開発した放射線防護教材及び web サイトを公開し、医療分野に広く普及を図る。