

# 汚染検査トレーニング教材「ナップ：RIサーベイ」

富澤登志子\*<sup>1</sup>  
Tomisawa Toshiko

小山内 暢\*<sup>2</sup>  
Osanai Minoru

細川 翔太\*<sup>2</sup>  
Hosokawa Shota

## 1. コロナ禍における教育 Dx と VR

COVID-19による世界的なパンデミックは医療サービスだけでなく、あらゆる社会システムに影響を及ぼした。教育分野でもこれまで確立された対面でのシステムが崩壊し、教育の継続が危機的な状況となった。非常に感染力の強いウイルスによってパンデミックが生じており、学習者同士が感染し更に拡大させるリスクがあり<sup>1)</sup>、教育現場はこれまでの伝統的な対面式のシステムからインターネットを利用したオンライン授業、e-ラーニング等を組み合わせ、この難局を乗り越えようと努力してきた。しかし、知識提供型の授業はオンラインで代替できるものの、相互作用を伴うケアやコミュニケーション、チーム医療等の実践的なトレーニング等は、オンラインでの学習で対面同様に学ぶことは難しい。医療職の教育では人を対象にした演習や実習は外せないため、病院での実習が行えない場合はシミュレーションを用いた教育を行ってきた。シミュレーションとは、実際の場면을模擬的に再現して実際に経験する学習方法である。忠実度の低いマネキンから高額な高機能シミュレータを用いた演習、更には模擬患者を用いた再現性の高いロールプレイ等方法は様々あり、医療場面の判断スキルや意思決定の過程を学ばせることができる。しかし、高機能シミュレータは高額であること、シミュレーションをするためには広いスペースや機材、そしてインストラクターが必要となること、そして、ほとんどのシミュレーションは学習者と教育者らの直接的な接点があり、コロナ禍では感染リスクが生じること等欠点がある。バーチャルリアリティ (Virtual Reality : VR) はそ

うした欠点を補ってくれる。VRはシミュレーション教育の1つであり、コロナ禍で大きな成長を遂げてきた。VRとは、コンピュータ・グラフィクス (Computer Graphics : CG) で作られた仮想世界にあたかも自分がいるような感覚 (没入感) を持ち、現実世界と同じような体験ができる技術である<sup>2)</sup>。医学や看護学のVRの応用は1990年代から報告が増え、外科手術に関するトレーニングや静脈内カテーテル挿入等の看護ケア、また認知症患者の世界を見る一人称VR<sup>3)</sup>等幅広く開発されている。VR教材は対面での教育よりも知識獲得効果が高く、練習を繰り返すことで自信もつき、対面でのシミュレーション教育と同等の技能を獲得することができる<sup>4,5)</sup>等教育効果が明らかとなっており、費用対効果も高い<sup>6)</sup>。特に現実の空間で再現が難しい事象や複雑で判断が難しい状況をシミュレーションするのに適しているため、大規模災害教材も多く開発されその有効性が明らかとなっている<sup>7)</sup>。

## 2. 開発の経緯

筆者らの所属する弘前大学では、原子力関連施設を擁する地域的な背景を踏まえ、東日本大震災前の2010年から被ばく医療体制の整備及び被ばく医療に関わる教育・研究並びに人材育成に取り組んできた。原子力災害拠点病院の医療者への教育や原子力災害派遣チーム等への教育に加え、原子力災害医療協力機関や原発立地県の医療機関の看護職並びに診療放射線技師を対象に被ばく医療を実践する研修を開催し数多くの人材の育成を行ってきた。このような研修会も感染拡大初期は中止せざるをえず、

2021年度はオンラインで実施した<sup>8)</sup>。実習の中には放射線測定機器を用いた汚染検査が含まれていたが、個別に測定器を郵送することは物理的にも資金的にも不可能であり、遠隔の学習者がオンラインで放射線測定を体験することができる方法はないか検索したものの、そうした教材は無かった。技能習得までを目標にすると、機材が無い場合は実際の動きと連動する仮想現実の世界の中でトレーニングを行うことが有効と考え、VR技術を用いて教材を作ることに着手した。

### 3. 「ナップ：RIサーベイ」の開発

各種研修での活用も念頭に、弘前大学とイマクリエイト(株)<sup>9)</sup>(以下「イマクリエイト社」という。)との協働により、GM管式サーベイメータによる体表面汚染検査を学習できるVRコンテンツ「ナップ：RIサーベイ」を2021年度に制作した。「ナップ」は、イマクリエイト社が提供するVRプラットフォームで、体の動きそのものをバーチャルテクノロジーによってデータ化し、VR上での可視化、共有を可能とするものである。「ナップ」はシリーズ化されており、過去には「ナップ：溶接トレーニング」や「ナップ：診察」が開発されている。

「ナップ：RIサーベイ(以下、本コンテンツ)」の制作のプロセスにおいては、汚染検査でポイントとなるサーベイメータの特性を反映させ、VR教材にリアリティを持たせるように力を注いだ。弘前大学からの技術情報提供とイマクリエイト社による具現化、弘前大学による検証やフィードバックを繰り返して完成に至った。

本コンテンツ制作の中で配慮した主要な点を以下に挙げる。

#### 1) 時定数に応じた応答

サーベイメータの応答特性を示す数式等を弘前大学からイマクリエイト社に提供し、時定数の違いによるサーベイメータの応答特性を忠実に再現した。これにより、汚染検査における目的(汚染箇所の特定期もしくは汚染の程度の同定)別の適切な時定数選択の重要性を学習することが可能であると考え。また、時定数に応じた針の振れ具合(時定数と針の安定性のトレードオフ)についても考慮した。

#### 2) 距離による計数率の違い

汚染検査では、被検者の体表面とサーベイメータ

の距離によって計数率が大きく変わるため、できるだけプローブを体表面に近づけて検査を行う必要がある。VR教材の制作に当たっては、距離の逆2乗則を踏まえた計数率が示されるように配慮した。

#### 3) プローブの移動速度に応じた応答

汚染検査では、プローブの走査速度が速いと、汚染があった場合でも針の振れが小さくなり汚染を見逃してしまう恐れがある。VR教材においても、プローブの移動速度の重要性を学ぶことができるよう、移動速度に応じた応答を再現した。

#### 4) GM管式サーベイメータの基本機能

実機の構成と同様に、電源オン・オフ、測定音オン・オフ、時定数・レンジの切替え、測定値のリセットといった各種設定ボタンを備えた。測定音オンモードでは、測定時の「ピピピッ」という音もカウント数に応じてリアルに再現されている。

図1に本コンテンツを体験している様子とゴーグル内の表示を示す。

### 4. 本コンテンツの特徴

本コンテンツでは実機による汚染検査では体験できないVRならではの機能を搭載した。以下に例を挙げる。

#### 1) スピード・距離表示

適切なプローブの走査速度や被検体との距離を意識しながら汚染検査を学習できるように、プローブ



図1 本コンテンツ体験の様子(上)とゴーグル内での表示例(下)

本コンテンツは、VR用ヘッドセットOculus Quest 2(メタ・プラットフォームズ)上で実行することができる。左のコントローラがGM管式サーベイメータ本体、右のコントローラがサーベイメータのプローブの役割を担っている。また、右のコントローラは設定を変更するための指差し棒の役割も兼ねている

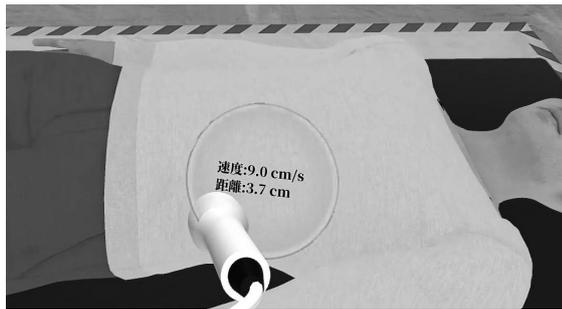


図2 スピード・距離表示の例

VR 開始時には使用方法の説明として、適切なプローブの走査速度や被検体との距離に関する音声ガイドが流れる

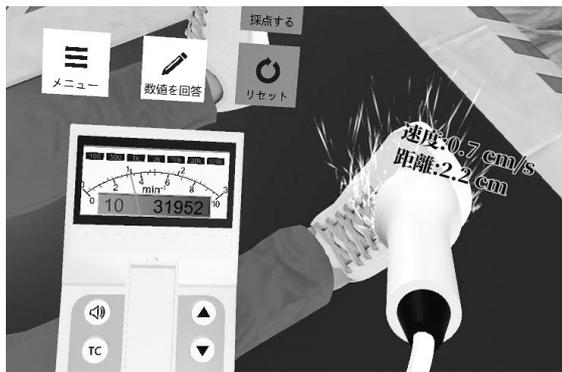


図3 放射線可視化モードでの学習画面

はじめのステップでは、目に見えない放射線を敢えて可視化しており、汚染箇所を把握した上で正しく測定するトレーニングを行う

を動かすスピードや被検者の体表面との距離を表示する機能を搭載した(図2参照)。なお、プローブが被検者に接触した場合には、ブザー音による警告がなされる。

## 2) 放射線可視化モード

本コンテンツは3つのステップでトレーニングできる構成となっている。図3に示すように、最初のステップは、汚染箇所から放出される放射線が可視化された状態としており、汚染箇所を把握した上で、適切な時定数や距離、測定時間を意識しながら測定方法そのものを学習できる。

## 3) 採点機能

ステップ2や3では、ランダムに設定された汚染箇所を特定して汚染の程度(カウント数)を同定する。その正否が評価される構成となっており、楽しみながらトレーニングをすることができる。図4に測定結果の解答の様子を例示する。

本コンテンツでは、サーベイメータの実機や入手・管理が難しい放射線源が不要であり、ゲーム感覚で楽しく汚染検査を学習することができる。

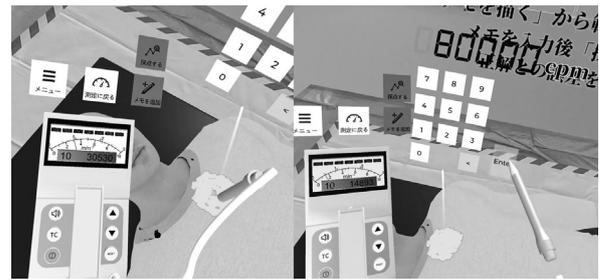


図4 採点機能での測定結果入力の様子

汚染箇所を特定してペン(右のコントローラ)で範囲を塗りつぶし、カウント数を入力する。正しく測定できたかどうかを5段階で採点することができる

## 5. VR コンテンツの評価

### 1) 対象

開発したVRコンテンツの教育効果を評価するため、本学の倫理委員会の承認(承認番号:2021-033)のもとボランティア参加を募り、弘前大学医学部保健学科、放射線技術科学専攻4年生4名(男女各2名)が参加した。4名は数回のGMサーベイメータの操作経験があったが、VRゴーグルの使用経験はなかった。

### 2) 評価の流れ

まず初めに被検者である学生に対して研究内容の説明を行い、同意書の署名を依頼した。次にオンライン入力フォームを用いた事前アンケートによりGMサーベイメータに関する知識及び精神状態を確認した。知識に関しては診療放射線技師国家試験程度の難易度で機器の原理や用途に関する設問、時定数を含めたサーベイの方法に関する設問(選択形式8問)で確認した。VRコンテンツ内の操作説明を受けたあと、サーベイ実習を行うよう指示した。サーベイ実習は前述のとおり3つのステップの順で行われた。VRによるサーベイ実習後に、実機のGMサーベイメータを用いて、放射線源(マンテル)を2つ(線源-検出器間距離1cmにおける最大カウントが12,000cpm, 19,000cpm程度)身につけたヒトの汚染検査を行わせた。その際、汚染部位及び最大カウント(cpm)を報告させた。サーベイ中の手技について評価を行い、良くできた点、できていなかった点についてフィードバックを行った。最後に事後アンケートをフォームから入力させた。事後アンケートには所感等を含めた上で、事前アンケートと同じ設問を含み変化率 $[100(\%) \times (\text{実習後の得点} - \text{実習前の得点}) / \text{実習前の得点}]$ を求めた。結果は4名

すべての平均として示す。

### 3) 結果

#### 3.1) 知識を問うアンケート

知識を問う 8 問の正答率は実習前後で機器の原理や用途が 75% から 88% (改善率 16.7%), 時定数を含めたサーベイの方法が 44% から 63% (改善率 42.9%), 全体では 59% から 75% (改善率 26.3%) に上昇した。

#### 3.2) 精神状態、疲労感及び所感を問うアンケート

VR 実習前後の 4 名の精神状態は、実習前には全体的にポジティブな感情を持っており、特に好奇心や期待の感情を多く持っていた。実習後には身体及び眼に対して疲労感を感じたという回答があった。被検者の状態を確認した上で特別な措置は必要無いと判断した。

#### 3.3) 実機 GM サーベイメータを用いた測定の評価

被検者は 4 人全員とも線源 2 つを正しい場所で見つけることができた。被検者 2 名はプローブと体表面間が離れすぎている、かつプローブを動かす速度も速く全身のサーベイ時間も短かった (平均 6 分 42 秒)。他 2 名の被検者は正しい距離、速度で行い、足裏等見落とし部位もなくサーベイを行い、総時間は平均で 12 分 45 秒を要した。ただし、時定数の使い分けをせずに使用する例も見られた。すべての被検者は最大カウントを 1/3 以下に過小評価していた。

### 4) 考察

ボランティア参加者が放射線技術科学専攻の 4 年生であったため、原理や用途等の知識を問う設問に対しては高い正答率となった。一方で、座学による学習では時定数という用語は知っていても、サーベイの際にどのように使い分けるのかが理解できていないことが示された。VR 実習後の回答では正答率が増加したが、改善率からは特に時定数を含めたサーベイの方法に関する理解が深まったことが示された。VR 実習では現実世界では知ることができない、体表面からの距離や走査速度がプローブを持つ手元に表示されるため、意識しながら学習することが可能である。これにより、知識が定着したと思われる。VR 実習後の実機を用いたサーベイにおいても最大カウントをかなり過小評価しており、繰り返しの練習が必要であることが示唆された。そのためには実習が手軽に行え、面白さを感じさせる必要があ

る。対面による実習には GM サーベイメータ、線源及び測定対象者が必要となり、準備には労力を要する。本 VR コンテンツは一般的な量販店で購入可能な VR ゴーグルで動作し、線源はランダムな放射能で、0~複数か所の汚染が VR 空間内の測定対象者上に配置される。毎回異なる放射能汚染パターンで実習可能であり、先入観等の影響を受けない。加えて、本 VR コンテンツは放射線を可視化したステップから順番に難易度を上げることができ、汚染範囲と最大カウントの答え合わせ (採点機能) を実装している。手技の上達を実感する面白さが、実習を繰り返し行うモチベーションとなる。

被検者は身体及び眼の疲労を感じたと答えたが、今回は評価者によって手技を評価されていたという心理的負担もあり過剰に疲労を感じた可能性がある。一度に行う VR 実習の時間を制限することや、レンズの位置や固定ベルトの調節等ゴーグルの取扱いに慣れることが VR 酔いや疲労軽減に有効である。

本 VR コンテンツはサーベイ実習に対する興味をひき、面白く行うことができると同時に、汚染範囲の特定や最大カウントの評価の難しさを学ぶことができる優れた教材であることが示された。しかしながら、今回のボランティア参加者は GM サーベイメータの経験者であり、未経験者が本 VR コンテンツだけで手技を習得することが可能であるかは明らかでない。他の学科専攻、職種及び広い年齢層を対象として十分なサンプルで学習効果を検証する必要があると考える。

### 参考文献

- 1) Rose, S., *JAMA*, **323** (21), 2131-2132 (2020)
- 2) 小山博史, *看護教育*, **60** (1), 20-27 (2019)
- 3) 内藤知佐子, 他, *看護教育*, **59** (2), 100-108 (2018)
- 4) Chen, FQ., et al., *J Med Internet Res*, **22** (9), e18290 (2020)
- 5) Rourke, S., *Int J Nurs Stud*, **102**, 103466 (2020)
- 6) Farra, SL., et al., *Comput Inform Nurs*, **37** (9), 446-454 (2019)
- 7) Farra, SL., et al., *West J Nurs Res*, **35**(5), 655-71 (2013)
- 8) Tomisawa, T., et al., *Disaster Med Public Health Prep*, **Mar4**, 1-12 (2022)
- 9) <https://ima-create.com/#top>

(\*<sup>1</sup> 弘前大学大学院保健学研究科看護学領域,

\*<sup>2</sup> 弘前大学大学院保健学研究科放射線技術科学領域)