

## 2025年度 新産業創出研究会「研究成果報告書」

「 フォトグラメトリ技術による手術書の簡易 3D 化と手術手技教育への展開 」  
[ 鳥取大学医学部感覚運動器医学講座 医員 ] [ 中村 慎哉 ]

### 1. はじめに

近年、外科教育を取り巻く環境は大きく変化している。医療の高度化と専門分化が進む一方で、若手医師の勤務環境や手術経験機会には制約があり、限られた時間の中で効率的かつ安全に手術手技を習得することが求められている。従来、術式の学習には手術書、2次元写真、模式図、動画教材などが広く用いられてきた。しかし、これらは平面的情報が中心であり、術野の奥行きや構造物同士の立体的関係を直感的に把握することは容易ではない。

特に頭頸部領域は、血管、神経、気道、消化管が狭小な空間に密集し、解剖構造が複雑に交錯する特徴をもつ。そのため、術前に正確な三次元的イメージを形成できるかどうか、安全かつ確実な手術遂行に直結する。しかし、平面教材のみでは空間的理解に限界があり、術野の再現性や立体構造の把握に課題が残ることが指摘されている。また、専門的な医療イラストや高品質な図版の制作には高額な費用と時間を要し、教育資源として十分に整備されているとは言い難い現状がある。

近年では、三次元可視化技術やシミュレーション技術を活用した教育手法が報告され、解剖理解や空間認識能力の向上に寄与する可能性が示されている。しかし、多くは画像再構成データや人工モデルを基盤としており、実際の術野をそのまま高精度に再現した教材は依然として限られている。実臨床に即した立体情報を直接学習できる環境は、若手医師や医学生にとって大きな意義を持つと考えられる。

このような背景から、実際の手術術野を高精度に三次元化し、教育資源として活用する試みが求められている。そこで本研究では、非接触型 3D スキャナを用いて術中の立体構造を取得し、教育用教材として再構築することを着想した。

### 2. 概要

本研究は、手術中に取得した 3D スキャン画像を活用し、頭頸部手術の立体的理解を促進する教育教材を作成し、その教育的有用性を検証する前向き観察研究である。

。従来の手術書や 2D 写真では、奥行きや複雑な解剖構造の空間関係を十分に把握することが難しいという課題がある。そこで本研究では、非接触型 3D スキャナを用いて術野のみを撮影し、高精度な三次元データを取得する。撮影データは、個人を特定し得る情報を完全に除外したうえで編集・加工し、匿名化を厳格に確認する。完成した 3D 教材はパスワード保護された限定公開環境で管理し、閲覧権限を持つ学習者のみがアクセス可能とすることで個人情報保護と情報管理を徹底する。

教育効果の検証は、対象学生に教材を自由に閲覧させた後、匿名アンケートを実施する方法で行う。主要評価項目は、5 段階リッカート尺度による「総合的有用性スコア」とし、解剖理解への貢献、従来の 2D 教材との比較における分かりやすさ、今後の学習への活用意欲を評価する。副次評価項目として、立体的解剖構造の把握、手術手技の流れの理解向上、操作性、学習意欲および満足度を評価する。また、自由記述回答を質的に分析し、教材の利点や改善点を抽出する。得られたデータは記述統計により集計し、平均値や分布傾向を検討することで、3D 教材の教育的意義を多面的に明らかにする。

### 3.研究成果および今後の課題

#### ①教材作成

3Dスキャナによる非接触型計測により高解像度で形状情報を取得し、実際の術野に近い質感を保持した三次元データを生成する。撮影は術野のみを対象とし、顔貌や氏名、カルテ番号など個人を特定し得る情報は取得しない。取得データはスキャナ本体内に保存し、外部ネットワークと隔離した環境で管理する。次に、取得した三次元データを教育用教材として再構成する。術野以外の不要部分を削除し、個人識別につながる可能性を完全に排除できているか確認した上でメッシュの最適化、形状補正、カラー調整を行い、解剖学的ランドマークが明瞭に把握できるよう編集する。編集後は研究責任者が匿名化状態を最終確認し、識別可能性が残存していないことを保証する。

完成した三次元教材は、パスワード保護された限定公開環境にアップロードし、閲覧者のみが回転・拡大・縮小操作を行える形式で提供する。URL 単独ではアクセスできず、ダウンロードも不可とすることで情報流出を防止する。以上の工程により、本教材は高精度な立体情報と厳格な個人情報保護を両立した教育コンテンツとして整備される。

#### ②アンケート調査

アンケートは3D教材の総合的有用性を評価するための選択式質問(計9問)と感想を自由記述式とした。質問は1~5の5段階評価でリッカート尺度に基づいて算出した。回答した学生は鳥取大学医学部医学科の学生を対象とした。

評価項目は以下の通りである。

##### ・主要評価項目

3D手術教材の総合的有用性スコア (Primary Outcome)

本研究の主要評価項目は、アンケートのリッカート尺度に基づいて算出する「3D教材の総合的有用性」とした。この指標は、学習者が3D手術教材を使用した際に感じる「教育効果の総合的印象」を定量化するものであり、教材評価研究における標準的な主要評価方法として他の文献で採用されている。

各質問に対する回答は1~5点でスコア化され、平均値を主要評価指標として解析する。

解答例

1: 全くそう思わない 2: あまりそう思わない 3: どちらともいえない 4: ややそう思う 5: 非常にそう思う

指標の構成

総合的有用性スコアは、以下の3項目のアンケート得点(1~5点)から構成される。

Q1: 教材が解剖理解に役立ったか

Q2: 従来の2D教材より分かりやすかったか

Q3: 今後の学習に活用したいと思うか

学習者全体のスコア分布を把握し、平均値をヒストグラムか箱ひげ図で可視化する。

これらの項目は、「教材の価値を学習者がどのように知覚したか」を総合的に反映するため主要アウトカムとして設定した。その理由として下記が挙げられる。

##### ① 学習効果を直接反映する指標であるため

教育研究では教材の有用性に対する主観評価が主要評価となるケースが多い。

本研究も非介入型アンケート調査で学習者の主観評価を行う。

##### ② 3D教材の導入意義を最も端的に表す

3D化の利点(空間理解の向上・可視化の改善)は、学習者の主観的体験として最も反映されやすい。

##### ③ 測定の再現性・信頼性が高い

リッカート尺度を用いた総合スコアは分布が正規性を取りやすく、解析方法が確立している(平

均値・中央値)という特徴があり、主要アウトカムとして解析が容易である。

・副次評価項目

3D教材の特性である「空間的理解の促進」を評価する。

Q4：立体的な解剖構造の理解が容易になったか

Q5：手術手技の流れの理解が向上したか

Q6：教材操作は容易と感じたか

Q7：3D画像の表示は見やすいと感じたか

Q8：この教材は学習意欲が向上すると感じるか

Q9：この教材での学習に満足するか

各項目は5段階リッカート尺度で評価され、主要評価項目同様に平均値の測定を行った。

・自由記述内容の質的分析 (Qualitative Analysis)

Q10は、良い点(メリット)と改善点(デメリット)に関して自由記述で回答してもらう。

技術的課題などのカテゴリーに分類し、質的内容分析(content analysis)を行った。

結果は改善を要する項目もあったが、新たな教材に対し好意的に受け取られた印象であった。本研究は将来的に再度スキニング、アンケート調査を行い文献化する予定である。また、将来的には教育効果を定量的に測定するため従来の教材との学習効果の比較研究を検討している。

#### 4. おわりに

3Dスキャンによる新教材はまだ視認性に改善の余地はあるが実際に学習する医学生に好意的に受け取られたと考えられる。さらに品質向上できれば、今後新たな教育のスタンダードになりうると期待できる。

#### 5. 本研究の今後の計画

教材をブラッシュアップし、鳥取大学医学部附属病院にて倫理審査を経て今後、研究の成果並びに結果を学会発表または論文投稿予定である。

また、実際の学習効果を定量的に測定するための比較研究を検討している。

#### 6. その他

(1)出願特許(タイトル・出願番号・発明者・特許権者など)

現時点では予定なし。今後の教材の展開次第では検討される。

(2)投稿論文(タイトル・学会名等)

2026年～2027年度に投稿予定。投稿先は日本頭頸部外科学会会報などを予定している。

(3)本研究会の参加企業・団体名

合同会社通信技術クロニクル



競輪の補助事業

この報告書は、競輪の補助により作成しました。

<https://jka-cycle.jp/>