

生涯健康科学ジャーナル

Journal of Lifelong Well-being Sciences

No. **1** 2024 年3月

- ◆**巻頭言** 生涯健康科学ジャーナルの創刊に寄せて
渡邊 順子…………… 1
- ◆**ご挨拶** 生涯健康科学ジャーナルの創刊に際して
轟木 堅一郎…………… 2
- ◆**論文** バーチャルリアリティによる身体拘束疑似体験教材の開発と
教育効果の分析——看護演習に SCAT を用いた質的調査——
永井 翔・榎本 明子・鈴木 善博・坂 亮輔・加藤 崇洋・杉下 史紘…………… 3
- 内視鏡消毒剤中オルトフタルアルデヒドの高感度蛍光定量法の開発
青木 萌恵・星野 智哉・古庄 仰・杉山 栄二・水野 初・伊藤 忍・轟木 堅一郎
……………15



静岡県立大学
UNIVERSITY OF SHIZUOKA

生涯健康科学ジャーナルの創刊に寄せて

生涯健康科学ジャーナル発起人

静岡県立大学 副学長 渡邊 順子

「健康」の定義は、1948年に発効されたWHO憲章の前文：Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity. 「健康とは、病気でないとか、弱っていないということではなく、肉体的にも、精神的にも、そして社会的にも、すべてが満たされた状態にあることをいいます（日本WHO協会訳）」が、世界中でひろく使われています。

ところが、1998年の第101回WHO執行理事会において、「spiritual（霊的）とdynamic（動的）」を加えた新しい健康の定義が検討されましたが、WHO総会で審議した結果、採択が見送られています。日本では、WHO執行理事会により総会に提案が決まった時点で、健康の定義の改正が規定事実のように大きく報道されたために、現在も誤解が続いています。

この提案の根拠は、ギリシア・ローマに由来する医学理論を体系的に整理したもので、イスラム医学の伝統に則って、文化的宗教的な背景に基づいた健康観を提案したものと考えられます（日本WHO協会）。

このように健康の概念は変化することから、人の生涯の健康科学に携わる学問領域は、多様性に富むことが伺えます。

また、健康長寿の延伸があたかも、人の生涯の健康を保証するような錯覚を覚えてしまう感覚は否めません。いま、改めて人の生涯の健康を問い、新たな概念生成に挑むことが重要になってきました。

今回創刊される「生涯健康科学ジャーナル」は、健康を“Health”ではなく、“Lifelong Well-Being”として捉えています。

WHO憲章の健康の定義を不変のものとして捉えるのではなく、時代や環境に即して変化するなかで、健康とは何かという真摯な議論を続けていく姿勢が求められています。

人の命と暮らしについて、生涯の健康を科学的に問います。その人らしく心身健やかで、幸福度の高い暮らしを獲得し、生涯を生き抜くための希望のコミュニティとして、ジャーナルの発展に期待します。

2024年3月1日

ご挨拶

生涯健康科学ジャーナルの創刊に際して

静岡県立大学附属図書館
館長 轟木堅一郎（薬学部教授）

生涯健康科学ジャーナルの創刊に際し、静岡県公立大学法人のご理解とご支援に感謝いたします。

本ジャーナルの趣旨は、「人々が生涯健康であり続けるために、生命科学と人文社会科学の異分野にわたる学際的な研究成果を国内外に発信する」場を提供するものです。我々は、多岐にわたる実践知識および研究成果を通じ、生涯の健康に関わる様々な分野で、安全かつ安心な社会の構築に寄与したいと考えています。

本学では、静岡県という地域に根ざした実践的な社会課題解決研究から国際的に意味深い学術的研究までを包括して推進していることを特徴とし、また強みとしています。これらの研究成果を本ジャーナルで発信することは、学内外の研究者だけでなく、一般の方々や高校生、中学生の皆様にも本学の研究成果を幅広く知っていただく契機となればと考えています。また、学外の研究者や学生さん達の研究成果公開と議論の場としても活用されることで上述の趣旨の実現に寄与できれば幸いです。

我が国では科研費などの公的研究資金での研究成果に関し、2025 年度から新たに公募される分からオープンアクセス化が義務化される方針となりました。本ジャーナルが研究成果のオープンアクセス化に一役買うことも期待されます。

最後に本ジャーナルの創刊にあたり多大なご尽力を賜りました尾池和夫 学長兼理事長、渡邊順子副学長、藤村英昭 教育研究推進部長兼広報・企画室長、浅見和高 附属図書館事務長、疋田憲三 専門員にこの場を借りて厚く御礼申し上げます。

2024 年 3 月

バーチャルリアリティによる身体拘束疑似体験教材の開発と教育効果の分析 ——看護演習に SCAT を用いた質的調査——

Development and Educational Impact Analysis of a Virtual Reality Material for Simulating Physical Restraints

——Qualitative Study Using SCAT in Nursing Practice——

永井 翔¹⁾ 榎本 明子¹⁾ 鈴木 善博¹⁾ 坂 亮輔¹⁾ 加藤 崇洋¹⁾ 杉下 史紘^{1,2)}

1) 人間環境大学看護学部 2) 金沢大学医薬保健学総合研究科

抄 録 本研究は、精神看護教育における身体拘束の疑似体験として、VR 教材の使用による教育効果を分析したものである。対象は、看護大学の3年生17名で、著者らが開発した20分間のVR教材を用いて、身体拘束の疑似体験を行い、体験後の感想をWebアンケートで収集した。具体的なVR体験は、身動きを制限された状況を模擬した看護演習室での臥床体験を含んでいる。その結果、参加者はVRの没入体験を通じて、自身が身体拘束されているかのような錯覚を経験し、それに伴うネガティブな感情と権利侵害の問題に対する認識を深めた。これらの結果は、SCAT分析により質的に調査し、22のテキストが抽出された。本研究の結果は、看護学生が理解を深めることの難しい精神科看護の領域に対する新たな洞察を提供し、共感性を育む教育方法の一例として有用であることを示唆している。

キーワード: 精神看護学、看護基礎教育、身体拘束、バーチャルリアリティ、SCAT

Abstract This study aimed to investigate the potential efficacy of incorporating Virtual Reality (VR) materials into psychiatric nursing education, specifically in simulating the experience of physical restraint. The research focused on a sample of 17 third-year nursing students, who underwent a 20-minute VR simulation designed and developed by the research team. The simulation mimicked the conditions and sensations typical of physical restraint, featuring a bedrest scenario in a simulated nursing practice room that replicated the limited physical mobility inherent in real-world restraint situations.

As participants engaged in this immersive VR environment, they reported an enhanced perception of the sensations associated with physical restraint. Furthermore, the simulation augmented their understanding of the negative emotional ramifications and the critical ethical considerations surrounding rights infringements inherent in such practices.

To yield empirical data, a qualitative analysis was performed using the Steps for Coding and Theorization (SCAT) methodology. This process culminated in the identification of 22 distinct thematic elements, or 'texts,' derived from participants' responses.

The findings generated from this research contribute valuable insights to the intricate field of psychiatric nursing, which often presents challenges for nursing students to grasp comprehensively. Importantly, the study also underscores the potential utility of this innovative pedagogical approach in fostering empathy among nursing students. This aspect is crucial in the realm of nursing education, as cultivating empathetic understanding can significantly improve the quality of patient care in psychiatric settings.

Key words: psychiatric nursing, basic nursing education, physical restraints, virtual reality, Steps for Coding and Theorization

受理日: 2023年10月6日

採択日: 2023年12月6日

オンライン公開日: 2024年3月31日

1. 研究の背景と動機

1.1 日本における精神科患者への身体拘束の現状

2017 年において、日本の精神科での身体拘束の実施率は1日あたり人口100万人当たりで98.8人であり、これはオーストラリア(0.17人)、アメリカ(0.37人)、ニュージーランド(0.03人)と比較して顕著に高い。特に、ニュージーランドとの比較では、その差は約3300倍に達する¹⁾。また、日本における身体拘束の実施時間は他国と比較して約10倍である²⁾。

国際的な原則によれば、身体拘束の適用は、他者への直接的または切迫した危害を防ぐ最後の手段として限定されるべきである³⁾。それにもかかわらず、日本での身体拘束の実施は高頻度であり、2017年の精神保健福祉資料(630調査)⁴⁾によると、件数は12,528件に上り、以後この水準は維持されている。その原因としては、諸外国と比較して日本の精神科病院における入院患者数が多く、加えて精神保健分野における医療者の不足が挙げられる。これを踏まえ、現在、多くの精神科病院では行動制限最小化委員会が設置され、適正な身体拘束の実施と人権擁護を目指しているものの、現状の改善には至っていない。

1.2 看護師等養成学校における身体拘束に関する教育

看護師を養成する大学および専門学校において、精神科における身体拘束の教育は、厚生労働省による看護師国家試験(令和5年度版)出題基準⁵⁾に則って実施されている。特に出題基準「6.精神保健医療福祉の変遷と法や施策」の「A.患者の権利擁護(アドボカシー)」において、「d.隔離、身体拘束」が取り上げられており、このことから「行動制限に関する法的根拠」の重要性が強調されている。

本研究の実施に際して、精神看護に関する教材として医学書院、メヂカルフレンド社、ヌーベルヒロカワ、メディカ出版、日本精神科看護協会が出版する教科書を検討した。これらの教科書は身体拘束の適用条件、解除方法、患者観察の頻度に焦点を当てているが、具体的なケア手法に関する詳細な指示や説明には不足が見られる。特に、病状が悪化した精神疾患患者に対する具体的なケアプランについては、教育内容が不足している。そのため、現行の教科書の内容に則ってケアを考える

ならば必然的に身体拘束を選択するという思考にならざるを得ない現状がある。

厚生労働省が示す「看護師教育の技術項目と卒業時の到達度」⁶⁾においても、身体拘束に関する具体的な指示は存在しない。これは、看護基礎教育段階では身体拘束の手法自体を習得する必要がなく、新人看護師が臨床の場で経験を通じて学ぶべき内容とされていると推測される。しかし、病状が悪化した精神科患者に対するケアにおいては、看護基礎教育の段階からの理解と指導が求められると言える。

文部科学省が示す「看護教育モデル・コアカリキュラム」⁷⁾においても、身体拘束に対する明確な指針は確認できない。しかし、日本看護系大学協議会が文部科学省の委託を受けて作成した「看護学士課程教育におけるコアコンピテンシーと卒業時到達目標」⁸⁾では、「15.急激な健康破綻と回復過程にある人を援助する能力」において、「③心理的な危機状態にある患者・家族への援助」という項目が存在する。このような状況を踏まえると、身体拘束される患者に対する教育は、看護基礎教育の範疇に含まれるべきであると評価されるが、現状ではその教育内容が不足していると指摘せざるを得ない。

1.3 バーチャルリアリティを用いた看護教育

看護基礎教育においては、精神症状が顕著な患者に対する理解を深めるため、身体拘束の実態を学生が学び取ることが重要であると著者らは考えている。著者らの所属する大学の「精神看護援助論II」演習科目では、身体拘束に関する教育を、スライド資料を用いた講義形式で提供してきたが、この伝統的な方法では、患者の体験を十分に理解し、主体的な学習を促進するには限界があった。

先行研究では、身体拘束体験を精神看護学実習で経験した教育効果に関する研究⁹⁾が見られた。しかし、このような教育は臨床状況のベッドの空き具合などの機会に恵まれた学生のみが受けられる学習機会であり、全ての学生が体験できるわけではない。

また、老年看護学分野でも、車椅子固定やミトンの使用といった、点滴抜去防止や転倒リスク管理を目的とした身体拘束のシミュレーション演習が行われる。しかし、これらは、一時的な安全確保に焦点を当てたもの

である。

一方、精神科看護では、精神保健福祉法第37条に基づく厳格な条件下でのみ全身拘束が行われる。これは、自殺の企図があるなど、患者の生命に直接的な危険が迫っている場合に限定されており、その適用は生命を最優先に考慮したものである。このように、老年看護学と精神科看護学では身体拘束の目的と方法に明確な違いがあり、学ぶべき観点も異なる。

バーチャルリアリティ (Virtual Reality、以下、VR) 教材は、高い没入感を提供し、患者の体験をより詳細かつ現実的に理解できる効果的な手段である。VR教材を用いることで、全ての学生に均等な学習機会を提供し、精神科患者が抱える特有の課題への理解を深めるきっかけを提供できる。本研究では、問題解決の一環としてVR教材を用いた疑似体験の導入とその効果を評価することを目指した。本研究で使用するVR教材は、A精神科病院と協働して開発し、教育プログラムに導入した。

2. 研究目的・意義

本研究の目的は、身体拘束に関するVR教材を活用した精神看護学演習における学生の体験を、Step for Coding and Theorization (SCAT) 分析にて解析し、その結果から一般的な学習体験のモデルストーリーを明確化することである。このモデルストーリーの明確化を通じて、VR教材から得られる学習成果についての新たな理論を生成する。

本研究の意義は、VR教材の開発への理論的根拠を提供し、精神看護学教育における学生の学習体験にVR教材がどのような教育効果をもたらすかを総合的に理解することにある。

3. 用語の操作的定義

バーチャルリアリティ (VR) : 物理的現実を模倣しつつ、視覚的体験を提供するデジタル技術。日本語では「仮想現実」とも称される。

4. 研究方法

4.1 研究デザイン

本研究は介入研究の一種であり、特にVRによる身

体拘束の疑似体験教材の開発とその教育効果の分析に焦点を当てている。本研究では、コントロール群を設けず、すべての参加者がVR教材を体験する設計となっている。これは、VR教材によって看護学生の患者理解がどのように深まるのか、そのプロセスと結果を詳細に把握することが目的であるためである。実際の手法としては、精神看護学教育における「身体拘束の疑似体験が可能なVR教材」を用いた演習を実施し、学生たちの体験を質問紙 (Web アンケート) による自由記載を通じて収集する。そして、収集したデータは、質的分析の手法であるSCATを用いて解析した。SCATを採用したのは、その方法論が体系的かつ明確なステップにより質的データからの理論的構築を促進し、かつ本研究の目的に合致しているためである。

4.2 VR教材の作成

本研究では、A精神科病院協力のもと身体拘束の疑似体験が可能なVR教材を制作した。動画は、Insta360 Pro2で4K解像度にて撮影した。編集はApple社のFinal Cut Pro (Ver.10.6.2)を用い、全体の内容はA精神科病院の確認を受けた。本研究で開発されたVR教材は、精神科の保護室内に設置されたベッドで、視聴者が完全拘束されている状況を体験できるものである。このVR体験は、実際にベッドに臥床することにより、身体拘束されている状態のリアリティを向上させるよう設計されている。

4.3 VR教材を用いた看護演習の内容

本研究におけるVR体験は、精神看護学の単位課程とは別に設けられた特別講義の一環として、90分間のセッションで実施した。65分は講義とVR体験に割り当てられ、残る25分は学生が体験に対する感想をアンケートで記述する時間とした。具体的には、以下の3部分から成る。

- 1) 講義 (15分) : 身体拘束の法的根拠と、代替手段やコミュニケーションの重要性について説明した。
- 2) VR教材演習 (30分) : 学生はVRヘッドセットを装着し、看護演習室のベッドで20分間の疑似体験を行った。この疑似体験は手足を実際に拘束するものではなく、視覚的な情報を通じて身体拘束の影響に

ついて学ぶものである。

3) ディブリーフィング (20 分) : 学生はグループで VR 体験について議論し、教員がファシリテーターとして関与した。

4.4 研究場所及び研究参加者

1) 研究場所

愛知県内の看護学部を有する 1 つの大学で実施した。

2) 研究参加者

精神看護学の単位を有し、精神看護学実習を経験していない看護学生 3 年生 17 名を対象とした。対象選定の目的は、実習未経験者が VR 教材でどれだけ理解を深められるかを評価するためである。除外基準としては、精神的過敏状態、閉所恐怖症、精神疾患通院者、VR 不適合者 (酔いやすい者) を設定し、これらに該当する学生は参加を控えてもらった。

4.5 データ収集期間

2022 年 6 月～2022 年 8 月で実施した。

4.6 データ収集方法

自由記載の質問紙は、講義終了後にオンラインフォームを用いて Web アンケートとして行った。参加者には、事前に質問項目を含む資料を配布し、確認してもらった。Web アンケートでは、基本属性に加えて、「身体拘束体験を行なってどのようなことを感じたか」、「身体拘束体験をすることで、どのようなことが学べたか」について、参加者に自由に記述してもらった。

4.7 データ分析方法

本研究では、データ分析のプロセスが明確であり、分析結果としてストーリー・ラインが形成できる SCAT を採用した (大谷、2019)。SCAT は五段階の分析過程から成り立っており、それぞれに特定の目的と手法がある。以下に各段階 (<1>～<5>) における分析過程を詳述する。

<1> データの中の注目すべき語句 : 初めに、質問紙から得られたデータを逐語録化し、その中で注目すべき語句を選定する。この語句はデータの内的な現実や過程、構造に対する洞察を提供する。

<2> 注目すべき語句を言い換えるためのデータ外の語句 : 次に、選定された注目すべき語句を著者が既に把握している用語や概念に翻訳する。これにより、分析が初期のデータに過度に縛られることなく、より広い視点からデータを解釈することが可能となる。

<3> 説明するための語句 : この段階では、<2> で生成されたコードを基に、それがどのような文脈で説明可能であるかを検討する。特に背景、条件、原因、結果、影響等についてその語句の意味を解析する。

<4> そこから浮き上がるテーマ・概念 : <1> から <3> の過程を通じて得られたデータと解釈を統合し、主要なテーマや概念を形成する。これはデータ全体から得られる共通のパターンや意味を抽出し、概念化する工程である。

<5> ストーリー・ライン : 最後に、<4> で形成された主要なテーマや概念を用いて、ストーリー・ラインを生成する。このストーリー・ラインは、研究対象となる現象や体験を再文脈化し、それに潜む普遍的な意味やパターンを明らかにする。さらに、最終的に SCAT ではストーリー・ラインを断片化することで理論記述を行う。ここでの理論とは、普遍的で一般的に通用する原理のようなものではなく、「このデータから言えること」である。また、記述された理論から今後の研究調査の方向性を示す「さらに追及すべき点・課題」について整理する。

本研究では、これらの過程を経て得られたデータとストーリー・ラインを、研究者グループでピア・ディブリーフィングすることによって解釈の偏りや見落としがないようにした。さらに、分析の妥当性については、すべての参加学生によるメンバーチェックを通じて確認し、認識の一貫性を保証した。

4.8 倫理的配慮

本研究は、研究目的と個人情報保護について参加者に明示し、同意を取得した。同意の取得においては、強制力が働かないよう同意書の郵送を持って確認し、希望者のみで研究の実施日を調整した。成績への影響がないことを強調して、自由な意見の記載を促した。本研究は人間環境大学看護学部研究倫理審査委員会によって承認され（承認番号：2022N-003）、UMIN 臨床試験登録システムにも登録を完了した（UMIN000051406）。

5. 研究結果

5.1 研究参加者の概要

本研究には、対象となる看護大学の3年生17名が参加した。年齢層は20歳が9名、21歳が8名で、全員が女性である。参加者は座学で精神看護学の単位をすでに履修しており、精神看護学実習前の段階に位置している。

5.2 VR教材による身体拘束体験についてのSCAT分析

1) VR教材による身体拘束体験のSCAT分析の過程

研究参加者が記載した質問紙より、22のテキストを抽出し、SCAT分析を行った（表1）。表1では、分析過程の〈1〉データの中の注目すべき語句から〈4〉そこから浮き上がるテーマ・概念までを整理している。その上で、分析過程の〈5〉ストーリー・ラインを実施して、2) VR教材による身体拘束体験のストーリー・ラインが生成された。

2) VR教材による身体拘束体験のストーリー・ライン

SCAT分析によって得られた構成概念を繋いでVR教材による身体拘束体験のストーリー・ラインを作成した。以下に、ストーリー・ラインを示し、抽出された構成概念を下線で強調して提示する。

看護学生は、VR教材によって身体拘束を疑似体験することで、視認性が悪くコミュニケーションしづらいということに気づき、身体を自由を奪われるという事象を実感していった。それと同時に、身体・精神に対する負担の大きさを理解し、拘束を振り解きたくなる衝動に駆られた者もいた。また、身体拘束を自らの病状と向き合うきっかけとしてとらえる看護学生がいた反

面、人間扱いされていないような感覚に陥り、人権を喪失したかのような錯覚をした。生活行動を遂行する力を剥奪されることによる屈辱を感じ、生きていく意味がわからなくなる経験だと感じ、医師が実施する身体拘束への怒りと疑問を抱いた。

患者の経験に思いを馳せると病状による反応と悪事の境界線が不明瞭で困惑し、自分の行ったことに対する罪悪感に苛まれるのではないかと考える看護学生もいた。身体拘束は、拘束されている自分に対する自己嫌悪、強い自傷・自殺の衝動の抑圧からくる精神的苦痛、何もできないことによる自尊心の傷つき、他者に拘束されるという傷つき体験として認識されていった。また、身体拘束が長引けば、いろいろな考えを詰めようとする心境に至ったり、あるはずの羞恥心がついには無くなってしまい無感覚になるのではないかといったことを考える看護学生もいた。看護学生は、患者が他者に依存しなくてはいけないもどかしさや苦痛から看護師に縋るような思いを抱き早期解放の懇願を望むだろうと推察していた。身体拘束を疑似体験することにより、自殺・他害防止と症状悪化の危険性の両側面の理解ができ、行動制限と精神症状からくる苦痛への懸念から看護の役割について考えることができるようになっていった。

表 1. SCAT(Steps for Coding and Theorization)を使った身体拘束の疑似体験に関する質的データ分析

発話者	テキスト	<1>データの中の注目すべき語句	<2>注目すべき語句を言い換えるためのデータ外の語句	<3>説明するための語句	<4>そこから浮き上がるテーマ・概念
学生 A	看護師がラウンドしてくると監視されているような、動物園の動物になったような気分。	動物園の動物になったような気分。	非人道的経験。人間扱いされていない体験。	動物的扱いの認識(結果)倫理的不審感(結果)	人間扱いされていないような感覚。
学生 A	自分の痒い所もトイレも自由に行けなくて人としての人権が無いように感じる。	人としての人権が無いように感じる。	人権の否定を感じる経験。	非人道的扱い(結果)自由の喪失(結果)	人権を喪失したかのような錯覚。
学生 B	自ら動くことができないこと。排泄が自立しなくて、自尊心が傷つけられる。	自尊心が傷つけられる。	自尊心の傷つき体験。	セルフエフィカシーの著しい低下(結果)	何もできないことによる自尊心の傷つき。
学生 C	首だけしか動かせないため毎日見ているものが同じものしかなく、つまらなさや寂しさを感じた。人が巡回してきてもしっかりと顔を見る事ができないためコミュニケーションが十分に取れないと感じた。	しっかりと顔を見る事ができないためコミュニケーションが十分に取れないと感じた。	コミュニケーションの取りにくさ。視認性の悪さ。	医療者との意思疎通困難(結果)	拘束により視認性が悪くコミュニケーションしづらい。
学生 D	もともと考えが上手くいかないのに、唯一自由に動かせる体を拘束されたら、拘束されることに怒りやなぜ拘束されるのだろうか疑問に感じると思う。	拘束されることに怒りやなぜ拘束されるのだろうか疑問に感じる。	拘束という処遇への怒りと疑問。	治療への憤り、疑念(結果)	医師が実施する身体拘束への怒りと疑問。
学生 D	体の自由が奪われて可動域が狭くなるのは窮屈でストレスであると思う。15分間隔でくる看護師に対して、何か苦痛を和らげることをしてほしい(体位変換以外に拘束を解く条件の説明や娯楽の提供)。	看護師に対して、何か苦痛を和らげることをしてほしい。	苦痛緩和への縋るような思い。	苦痛の表明(結果)救援欲求(結果)看護師への期待(結果)	苦痛から看護師に縋るような思いを抱く。
学生 E	身体の自由が効かないと言うことは患者さんにとってはもどかしく、早く開放されたいという気持ちが出てくると思いました。また、隔離とは違い排泄や体位の変換などすべてを看護師にしてもらわなければならない状況が異なると思いました。	患者さんにとってはもどかしく、早く開放されたいという気持ちが出てくると思いました。	他者に生活を依存することの情けなさ。	依存者としての罪悪感(結果)	他者に依存しなくてはいけないもどかしさ。
学生 F	体の自由が奪われる。自分で何もできない。人間として今まで当たり前に行ってきたことができなくなって、自分がとてつもなく悪いことをした気分になる。	自分がとてつもなく悪いことをした気分になる。	罪悪感に苛まれる経験。	罪悪感の想起(結果)	自分の行ったことに対する罪悪感に苛まれる。
学生 F	思っていたよりも、動かせる体の範囲がなく、何もできなかった。天井しか見えなくて、守ろうとしていることではあるけど、ここまでされて生きている意味ってなんだろうと思ってしまいそうになると思った。	ここまでされて生きている意味ってなんだろう。	生きている価値の疑問。自己存在否定。	レゾンデトールの揺らぎ(結果)	生きている意味がわからなくなる経験。
学生 G	何が起きているのかよく分からないと思う。隔離だと排泄など部屋の中なら自由に行き来できるが、拘束だと本当に何も出来ない状況になり、羞恥心とかの気持ちもなくなりそうだった。	羞恥心とかの気持ちもなくなりそう。	羞恥心に対する防衛的反応。	スプリッティング機制(結果)乖離反応(影響)	あるはずの羞恥心がついには無くなってしまい無感覚になる。
学生 H	隔離と比べて自分がいるスペースが限られているため、同じ大きさの部屋でもすごく部屋が大きく感じました。悪い事をしたから縛られているという気持ちになりました。	悪い事をしたから縛られているという気持ち。	病状と悪事の錯誤。	罪悪感の押し付け(結果)	病状による反応と悪事の境界線が不明瞭で困惑。
学生 I	ずっと同じ体勢で拘束されてて、ここにいるのも嫌だし、拘束されている自分にもイライラした。早く出たい早く解いてほしい気持ちが隔離よりも強く出た。拘束されている状態の自分には人間として生きているのかわからなくなったり、これは人権的にどうなのだろうと感じました。	ここにいるのも嫌だし、拘束されている自分にもイライラした。早く出たい早く解いてほしい気持ちが隔離よりも強く出た。	自らにイライラを募らせる。自分に対して嫌気が指す。	自己嫌悪(結果)	拘束されている自分に対する自己嫌悪。

発話者	テキスト	<1>データの中の注目すべき語句	<2>注目すべき語句を言い換えるためのデータ外の語句	<3>説明するための語句	<4>そこから浮き上がるテーマ・概念
学生 J	隔離と比べて拘束はより活動を制限されるため身体的にも精神的にもとても負担が大きい体験だと思いました。	身体的にも精神的にもとても負担が大きい体験。	身体的侵襲、精神的侵襲の理解。	身体面・精神面への理解（結果）	身体・精神に対する負担の大きさを理解。
学生 J	拘束されることによってより動きたい気持ちが強くなるし、精神状態が安定していない状態であると拘束を自分の力でほぐしたいと暴れてしまうのではないかと思います。	拘束されることによってより動きたい気持ちが強くなるし、精神状態が安定していない状態であると拘束を自分の力でほぐしたいと暴れてしまう。	精神状態の悪化。意図と真逆の反応。身体拘束に対する拘禁反応。	拘禁反応（結果）状態の悪化の懸念（結果）	拘束を振り解きたくなる衝動。
学生 K	身体拘束をされることで、自殺や他害の防止はできるが、患者さんによってはさらに病態が悪化する恐れもあると思うので患者との関わりが難しいと思いました。	自殺や他害の防止はできるが、患者さんによってはさらに病態が悪化する恐れもある。	自殺・他害防止の機能と病状悪化に対するアンビバレントな理解。	アンビバレントなメッセージの気づき（結果）	自殺・他害防止の側面と症状悪化の危険性の両側面の理解。
学生 L	強い自傷、自殺の衝動を抱えたまま強制的に身体を拘束されることは身体的な苦痛だけでなく精神的な苦痛も大きいと感じた。	強い自傷、自殺の衝動を抱えたまま強制的に身体を拘束されることは身体的な苦痛だけでなく精神的な苦痛も大きい。	強い自傷、自殺の衝動の抑圧。また、抑圧からくる苦痛。	第三者からの抑制的な制御にともなう副次的苦痛（結果）	強い自傷、自殺の衝動の抑圧からくる精神的苦痛。
学生 L	薬によって精神状態に落ち着きがみられても今度は拘束されているという事実に対して自分が尊重されていない、傷つくのではないかと感じた。	落ち着きがみられても今度は拘束されているという事実に対して自分が尊重されていない、傷つくのではないか。	他者から尊重されていないと感じ傷つく。	他者から拘束されるという傷つき体験（結果）	他者に拘束されるという傷つき体験。
学生 M	一時的に人権が侵害されたような気持ちになり、屈辱的な体験。隔離は身体の動きは制限されていないから最低限の食事や排泄は自らの意思で行えるが、拘束は食事や排泄さえも自らの意思で行えないことは大きな違いだと思った。	屈辱的な体験。拘束は食事や排泄さえも自らの意思で行えないことは大きな違いだと思った。	生活能力の剥奪としての身体拘束。	屈辱的な体験（結果）	生活行動を遂行する力を剥奪されることによる屈辱。
学生 N	生活をする上で必要最低限の空間であるため、自分の疾患に対して、向き合える時間が出来るのではないかと考える。	自分の疾患に対して、向き合える時間が出来るのではないか。	自らの病状と向き合う契機。	治療の転換機（結果）	自らの病状と向き合うきっかけ。
学生 O	自由を全て奪われる体験。日常生活全てにおいて看護師の手を借りないと生活していけないところが隔離と違うと思いました。	自由を全て奪われる体験。	全ての日常生活行動の剥奪。他者への絶対依存。	自由の剥奪（結果）	身体の自由を奪われる。
学生 P	症状で苦しんで、動けないのに、さらに苦しくて動けないことは患者の命を守る上では大切だが、さらに苦しめることにもつながるかもしれない。隔離との違いは、動きたくても動けない、自由が全くない状態。	さらに苦しめることにもつながるかもしれない。	患者に追い討ちをかけるかもしれないという懸念。	精神的な苦痛への懸念（結果）	行動制限と精神症状からくる苦痛への懸念。
学生 Q	ガチガチに拘束されて動かせなくて生活の全ての自由が奪われたような感じでした。天井しか見えなくていろんな気持ちを諦めるきっかけになったりするのかなと思いました。	生活の全ての自由が奪われたような感じでした。-中略-いろんな気持ちを諦めるきっかけになったりするのかなと思いました。	諦めの境地。	諦めの表明（結果）身体・心理・社会的側面（結果）	いろいろな考えを諦めようとする心境。

3) VR 教材による身体拘束体験の理論記述

SCAT 分析の結果、VR 教材による身体拘束体験について、ストーリー・ラインを断片化することで①から⑮の 15 の理論記述が抽出された。抽出された内容をもとに理論記述は、(1) から (5) の 5 つに分けて示した。以下に「理論記述」を示す。

- (1) 患者の置かれている侵襲的な環境に対する理解ができる
 - ① 身体拘束を疑似体験することで、その環境がコミュニケーションにどのような困難をもたらすかを具体的に理解する。
 - ② 身体の自由が奪われるという事実によって、身体的な制約を感じ取り、自己と環境の関係性を新たな視点から見直す。
 - ③ 看護学生自身が身体拘束を体験することで、患者が直面する侵襲的な環境を実感し、その苦痛を想像することができる。
- (2) 患者の病状がいかに重症であるのか身体拘束を疑似体験して感覚的にわかる
 - ④ 身体拘束の体験を通じて、精神的な苦痛や自傷・自殺の衝動を理解し、患者の重症度を感じ取る。
 - ⑤ 身体拘束による身体的制約が病気治療の一環であるという認識を深める。
 - ⑥ 身体拘束が病状と直面するきっかけとなることを体験的に理解し、病状の理解を深める。
- (3) 患者の人権と尊厳が脅かされてしまう可能性が実体験から検討できる
 - ⑦ 身体拘束によって人間らしさや人権を奪われる感覚を実感し、その屈辱や罪悪感を体験する。
 - ⑧ 拘束による生活行動の制約から、生きる意味を問い直す体験となり、それが患者の尊厳を脅かす可能性を理解する。
 - ⑨ 身体拘束が他者による傷つけられる体験であり、そのことが患者の人権を侵害する可能性を認識する。
- (4) 自殺防止の観点の理解とともに、患者を苦痛に追いやってしまう危険性の葛藤を経験できる

- ⑩ 身体拘束を体験することで、自殺・他害防止の必要性和症状悪化の危険性の両側面を体験的に理解する。
- ⑪ 看護の役割について深く考えることで、患者を苦痛に追いやる可能性という懸念を明確に認識する。
- ⑫ 病状が長期化し身体拘束が続くことによる精神的苦痛や無感覚に陥る恐れを体験し、それが患者を更なる苦痛に追いやる可能性を検討する。
- (5) 身体拘束は他者への絶対依存の状態となることの体験的理解
 - ⑬ 看護学生は身体拘束を体験することにより、他者に完全に依存するというもどかしさや苦痛を実感し、患者が看護師に対して縋る心情を理解する。
 - ⑭ 身体拘束による自身の行動制約を体験し、患者が早期解放を望む心境を理解する。
 - ⑮ 拘束が「何もできない」状態を生み出し、それがどのように自尊心や尊厳を傷つけるかを体験することで、他者への依存がいかに大きな負担であるかを理解する。

以上、理論記述をまとめたが、大谷の SCAT 分析の手法¹⁰⁾に則り「さらに追究すべき点、課題」を記すことによって、今後の研究でどのような知見を得る必要があるのかをまとめる。

- (a) 身体拘束の疑似体験が、看護学生に対する教育効果や患者への理解にどの程度影響を与えているのか。
- (b) 身体拘束の疑似体験を経験する前の看護学生がどの程度身体拘束の患者の視点を理解していたのか。
- (c) 身体拘束が患者の人権や尊厳にどの程度影響を与えるかについて、看護学生はどの程度の理解を深めることができたのか。
- (d) 身体拘束の疑似体験は、看護学生に対する自殺防止や他害防止の重要性についてどの程度の理解を与えることができるのか。

- (e) 疑似体験を通じて看護学生が得た感情的な反応や認識の変化は、実際の患者ケアにどのように反映されるのか。

今後の研究では、これらの追究すべき点や課題から、身体拘束の疑似体験が教育効果に与える影響、患者理解の深化や視点変化、さらには実際の患者ケアにどのように反映されるのかなどについて深く探求することが求められる。

6. 考察

本研究は、身体拘束 VR 教材の導入とその教育効果を検証することを目指した。17名の看護学生から収集した体験を基に、モデルとなるストーリー・ラインと5つの理論をSCAT分析で導出した。これらの結果から、VR教材の教育効果を詳細に論じる。

6.1 VR教材の教育効果

本研究でのVR教材の活用により、従来の精神看護学教育には新しい視点が加わった。この新しい視点は、学生たちが高齢者の身体拘束についての理解を深める小藪らの先行研究¹¹⁾の範囲を拡張している。小藪らの研究ではシミュレーションを通じて、看護の責任についての実感を学生に提供した。本研究は、そこからさらに進んで、精神疾患患者の身体拘束に焦点を当て、自殺防止の観点の理解とともに、患者を苦痛に追いやってしまう危険性の葛藤(理論記述(4))に関する倫理的問題への深い関心へと視野を広げた。このアプローチは、患者の体験を照らし出し、看護学生に身体拘束の使用を最小限に抑えるための考え方を促す、精神看護学教育における重要な教材となった。

特に注目すべきは、学生たちがVR教材を通じて身体拘束の現実を疑似体験することで、患者の人権と尊厳がいかにか脅かされるかという問題に対する理解を深める機会が生まれたという点である。これは、患者の人権と尊厳が脅かされてしまう可能性を疑似体験から検討できるという、VR教材としての新たな有効性を示唆している。具体的には、学生たちはVR教材を用いて、患者が直面する身体拘束の現実を自分自身が体験したかのように感じる事ができた。これにより、患者が身

体拘束の経験中にどのような感情や反応を持つかを学生自身が感じる事が可能となり、それまで抽象的な概念であった身体拘束が具体的な経験として理解できるようになった。さらに、4K(30fps)の高解像度VR教材が提供する臨場感は、学生たちがそれまで想像もしていなかった実情を実感するきっかけとなった。

また、VR教材の使用は、学生たちが【自殺防止の観点の理解とともに、患者を苦痛に追いやってしまう危険性の葛藤を経験できる】という新たな学びの機会を提供した。従来の教育方法では伝えることが難しい身体拘束の実際の影響について、直接的で生々しい体験を通じて理解することが可能となった。

これらの結果から、本研究で使用したVR教材は、精神看護学教育における新たな学習手段として有効であると考えられる。身体拘束という具体的な看護現場での問題を学生自身が体験し、感じることで、その複雑性や患者に対する影響、そしてそれが看護実践にどう反映されるべきかという議論を深めるきっかけとなりうる。身体拘束の現実を体感し、その結果として患者の立場を理解することは、看護学生がより深い洞察力と共感力を持つための重要なステップである。

一方で、VR教材の効果はその質にも大きく依存する。本研究で使用した4K(30fps)の高解像度VR教材は、その場に居るかのような臨場感を提供し、学生たちの身体拘束に対する理解を深める上で重要な役割を果たした。ただし、VR教材の開発と利用は、見た目のリアルさだけでなく、体験の質や教育内容への適合性も考慮する必要がある。

さらに、VR教材の効果は、その使用方法や学生自身の反応により変化する可能性もある。例えば、同じVR教材でも、教材を使った授業の設計や教員の指導により、学生の学習経験は大きく変わる可能性がある。また、学生自身の学習態度や過去の経験、知識なども、VR教材から得られる学習効果に影響を与える可能性がある。このような視点からも、今後の研究でさらなる検討が必要といえる。

以上の点から、本研究で用いたVR教材は、患者の苦痛や葛藤を自分事として体験することにより、精神看護学教育の教育効果を高める可能性を示している。この結果は、VR教材の開発と実践における重要な示唆を

与えており、今後の精神看護学教育における教材開発と利用の参考となる。

6.2 VR教材で感じる身体拘束の現実感

看護学教育の中で、疑似体験は理解と共感の重要な手段であると認識されている。高齢者やがん患者の体験、さらには幻覚症状の体験など、多種多様な体験教材がこれまでに提案されてきた。これらの体験教材は、抽象的な知識を具体的な経験を通じて理解することを可能にし、看護の視点から考え、それを学習に活用するための有効な手法であるとされている¹²⁻¹⁴⁾。

本研究でも、VR教材を用いることで、【患者の病状がいかにか重症であるのか身体拘束を疑似体験して感覚的にわかる】ことが可能となった。つまり、学生たちは単に情報を頭で理解するだけでなく、身体を通じて理解することで、患者の状況をより深く、より具体的に把握することができたのである。これにより、身体拘束の必要性と重要性、それが患者にどのような影響を及ぼすのかを、より現実に近い形で理解することができた。

また、【身体拘束は他者への絶対依存の状態となることの体験的理解】も可能となった。これは、自己の自由が奪われ、他者に完全に依存するという経験が、学生自身の身体と感情を通じて理解できるという点で、極めて価値ある体験である。身体拘束の状態を実際に体験することで、患者がどのような心理的苦痛を感じ、どのようなサポートが必要であるかを具体的に理解することができるのである。

しかし、VR教材を通じた体験は、実際の臨床場面とは異なる点も多々存在する。そのため、VR教材を使用する際には、その限界と可能性を理解し、適切な教育的枠組みの中で使用することが重要である。具体的には、VR教材で得た体験と知識を、現実の臨床現場にどのように活かせば良いのか、どのように患者と共感し、効果的な援助が行えるのかについて、看護学生が自己反省やディスカッションを通じて深く考えることが求められる。

この点について、教員の役割も重要である。VR教材の使用を通じて生じた感情や課題、学生が抱く疑問や混乱に対する適切なフィードバックや指導が必要となる。具体的には、学生がVRを通じて体験した身体拘束

の現実感をどのように解釈し、その経験をどのように臨床的な視点に結びつけるかを教員が見守り、必要に応じて適切な教材化を行うことが求められる。このプロセスは、看護学生が患者の視点を理解し、実際の看護現場で適切なケアを提供する能力を養成するために重要である。

加えて、本研究が示すように、VR教材を通じた疑似体験は患者の立場を理解する一方で、それが必然的に身体拘束を正当化するものではないという認識も重要である。VR教材は看護学生が患者の立場を理解する手段である一方で、患者の尊厳と人権を尊重することの重要性を学ぶための教材でもある。これは、看護学生が身体拘束の使用について考える際の基盤となる考え方である。そのため、この教材を使用する際には、その意義と限界を理解し、それを看護実践にどのように反映させるかを考えることが求められる。

6.3 精神看護教育への示唆

本研究で使用したVR教材は、看護学生が身体拘束されるという状況を疑似体験することによって、患者の人権や尊厳、そしてその保護がいかにか重要であるかを体験的に理解する機会を提供している。これは精神看護教育にとって、非常に重要な示唆を与えている。特に、看護倫理に関する学習では、患者の立場や視点を理解し、その上で適切な看護を提供する能力を養成することが重要である。しかし、従来の教育方法では、これらの視点を具体的に理解し、それを看護実践に生かすことは容易ではなかった。この点において、VR教材の教材は、【患者の置かれている侵襲的な環境に対する理解ができる】ための効果的なツールとなり得る。

また、看護学生が臨床現場で直面する患者の苦痛や困難に共感する能力を育むことは、患者との信頼関係を築き、効果的なケアを提供する上で必要不可欠である。VR教材の教材は、この共感性を養成するための教育ツールとしての可能性を持つ。看護学生が患者の視点から疑似体験することにより、現場で感情に流されずに、かつ患者の状況を理解し、適切な看護を提供するバランスを学ぶことができる。

さらに、本研究の教材は、看護学生がトラウマインフォームド・ケアを学ぶ上での有用な参考資料となりう

る。患者が身体拘束という侵襲的な状況に置かれるという現実を理解することは、看護師が患者のトラウマを理解し、それに対応する看護ケアを提供するための重要なステップである。この点からも、VR教材の教材は精神看護教育の一環として、また実践的な看護ケアを行う上での教材としての価値を持つことが明らかとなる。

7. 結論

本研究では、身体拘束を疑似体験可能なVR教材を使用し、22のテキストと5つの理論記述を通じて看護学生の体験を分析した。この分析から、モデルストーリーとして、看護学生がVR教材を用いて身体拘束を体験することで、拘束された患者の視点を深く理解し、身体・精神的な負担、自由の喪失、自尊心の傷つき、そして人間としての尊厳の侵害を実感したことが明らかになった。この体験は、患者の立場に立つことの重要性を看護学生に教え、精神看護の分野での理解を深める機会となった。

さらに、VR教材を使用した学習成果として、患者の置かれている侵襲的な環境に対する理解が深まり、患者の人権と尊厳が脅かされる可能性について実体験を通じて洞察を深めることができた。また、自殺防止と症状悪化の危険性の両面に対する理解が向上し、身体拘束がもたらす他者への絶対依存状態への体験的理解が得られた。

これらのモデルストーリーと学習成果は、看護学生が患者の苦痛と尊厳を深く理解し、看護実践における人間中心のケアを強化するための重要な基盤となる。看護教育において、これらの知見を活用することで、看護師の資質向上と患者ケアの質の改善が期待される。今後の研究では、この新たな理論的枠組みをさらに発展させ、看護教育と実践における具体的な応用を探索することが重要である。

8. 研究の限界と今後の課題

本研究は、精神看護学について実習を除く全ての単位を修得し、精神看護学実習に進出する直前の状態である学生を対象として行われた。このため、本研究の結果は、特定の学習準備が整った範囲内での解釈として

捉えるべきである。

さらに、健康状態が良好でVR教材視聴に困難がない特定の小集団の看護学生についての分析結果であるという点も研究の限界として認識する必要がある。これらの制約は、本研究の結果の一般化に制約をもたらす可能性がある。

以上のことから、今後の研究では、さまざまな教育段階や健康状態を持つ学生を対象とすること、さらには教育効果の長期的な追跡調査を行うことなど、本研究の結果を広範に検証することが重要な課題となる。

謝辞

本研究にご協力いただきました看護学生に心より感謝申し上げます。また研究協力施設の皆様には研究に対するご理解とご協力を賜り、深く感謝します。

著者資格

永井は研究の着想およびデザイン、データ収集、分析/解釈、論文の作成を行った。榎本はデザインや分析/解釈を鈴木はデザインにおけるアドバイスならびに論文の推敲に関与し、坂は分析/解釈に関与した。また、すべての著者がデータ収集の際の演習に関与し、最終原稿を読み、承認した。

利益相反

本研究における利益相反は存在しない。

参考文献

- 1) Newton-Howes G, Savage MK, Arnold R, Hasegawa T, Staggs V, Kisely S (2020) 「The use of mechanical restraint in Pacific Rim countries: an international epidemiological study」 『*Epidemiol Psychiatr Sci*』 29, e190.
- 2) Noda T, Sugiyama N, Sato M, Ito H, Sailas E, Putkonen H, Kontio R, Joffe G (2013) 「Influence of patient characteristics on duration of seclusion/restraint in acute psychiatric settings in Japan.」 『*Psychiatry Clin Neurosci*』 67 (6), 405-411.
- 3) United Nations (1991) 『*Principles for the protection of persons with mental illness and the improvement of*

- mental health care*』
(<https://www.ohchr.org/en/instruments-mechanisms/instruments/principles-protection-persons-mental-illness-and-improvement>) (Accessed : 2022 年 4 月 15 日)
- 4) 厚生労働省 社会援護局障害保健福祉部 精神障害保健課 (2021) 『630 調査』
(<https://www.ncnp.go.jp/nimh/seisaku/data/>) (最終アクセス日 : 2022 年 10 月 15 日)
- 5) 厚生労働省 (2022) 『看護師国家試験出題基準』
(<https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002y1by-att/2r985200000311lx.pdf>) (最終アクセス日 : 2022 年 10 月 15 日)
- 6) 厚生労働省 (2019) 『看護師教育の技術項目と卒業時の到達度』
(<https://www.mhlw.go.jp/content/10801000/000475666.pdf>) (最終アクセス日 : 2022 年 10 月 15 日)
- 7) 文部科学省(2017) 『看護学教育モデル・コア・カリキュラム』
(https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/fieldfile/2017/10/31/1217788_3.pdf) (最終アクセス日 : 2022 年 10 月 15 日)
- 8) 日本看護系大学協議会(2018) 『看護学士課程教育におけるコアコンピテンシーと卒業時到達目標』
(<https://www.janpu.or.jp/file/corecompetency.pdf>) (最終アクセス日 : 2022 年 10 月 15 日)
- 9) 成田優, 大澤昭, 丸山清, デッカー清美 (2015) 「身体拘束患者の看護について精神看護学実習での臨地実習指導者による指導の学生の学び : 学生課題レポートの内容分析から」『日本精神科看護学術集会誌』 58(2), 249-253.
- 10) 大谷尚 (2019) 『質的研究の考え方 : 研究方法論から SCAT による分析まで』 pp270-348, 名古屋大学出版会
- 11) 小薮智子, 上野瑞子, 松田美鈴, 竹田恵子 (2020) 「看護学生の身体拘束シミュレーション演習の学び」『川崎医療福祉学会誌』 30 (1), 321-327.
- 12) 内山美枝子, 坂井さゆり, 田中美央, 他 (2015) 「当事者視点を重視した 「がん患者体験演習」における学生の学習成果と課題」『新潟保健学雑誌』 12(1), 11-20.
- 13) 川村みどり, 武政奈保子, 谷本千恵, 清末郁恵 (2010) 「看護学生に日本版バーチャルハルシネーションを用いた体験学習による統合失調症患者への印象の変化」『石川看護雑誌』 7, 35-44.
- 14) 則包和也, 白石裕子, 中添和代 (2006) 「日本版バーチャルハルシネーションを用いた教育的効果: 看護学生のアンケート調査の結果から」『香川県立保健医療大学紀要』 3, 23-31.

内視鏡消毒剤中オルトフタルアルデヒドの高感度蛍光定量法の開発

Development of a highly sensitive fluorescence assay for orthophthalaldehyde in endoscopic disinfectants

青木 萌恵¹⁾ 星野 智哉¹⁾ 古庄 仰¹⁾ 杉山 栄二¹⁾
水野 初²⁾ 伊藤 忍³⁾ 轟木 堅一郎¹⁾

1) 静岡県立大学薬学部 2) 名城大学薬学部 3) 株式会社アミノ医療機器事業部

抄 録 内視鏡は、結核菌等による細菌感染を防ぐため使用前に 0.55%のオルトフタルアルデヒド (OPA) を主成分とする高水準消毒剤を用いた専用装置で自動洗浄される。この際、消毒剤は繰り返し使用により徐々に薄まるため、洗浄装置内の消毒剤濃度が有効濃度域内かを随時モニターする必要がある。吸光度法を原理とした現行の OPA 濃度計は精度や感度が十分とはいえず、消毒剤中色素が定量結果に影響しうる問題もあった。本論文では消毒剤中 OPA の感度、精度、特異性に優れた蛍光定量法の開発を報告する。開発した定量法により消毒剤中 OPA は、0.20–0.55%の範囲で良好な定量性を示し、OPA の洗浄能力の下限付近である 0.27–0.33%においても 0.01%刻みの濃度で良好な定量性を与えた。本法は現行の濃度計よりも精度や感度が優れ、かつ試薬と消毒剤の混合だけで誰でも簡単に再現性の高い定量を可能とすることから実利用が期待できる。

キーワード: 内視鏡消毒剤、蛍光定量法、オルトフタルアルデヒド

Abstract Endoscopes are automatically rinsed with a disinfectant containing 0.55% ortho-phthalaldehyde (OPA) prior to use in a dedicated machine to prevent bacterial infection. Because the disinfectant is gradually diluted with repeated use, it is necessary to monitor the concentration of disinfectant in the cleaning machine as needed to ensure that it is within the effective concentration range. In this paper, we report the development of a fluorescence assay for OPA in disinfectants with excellent sensitivity, accuracy, and specificity. The developed method showed good quantification of OPA in disinfectants in the range of 0.20–0.55%, and also gave good quantification at concentrations of 0.01% in increments of 0.27–0.33%, which is near the lower limit of the cleaning power of it. This method is expected to be used because it is more accurate and sensitive than current OPA monitors, and anyone can easily perform highly reproducible assay by simply mixing reagents and disinfectant.

Key words: endoscopic disinfectants, fluorescence assay, orthophthalaldehyde

1. 緒言

内視鏡は、結核菌等による細菌感染を防ぐため使用前に高水準消毒剤により洗浄することがガイドラインにより定められている¹⁾。広い抗微生物スペクトルや

強い殺微生物力がある内視鏡洗浄用の高水準消毒剤として、グルタルアルデヒド (GA) や過酢酸、オルトフタルアルデヒド (OPA) が市販されている。このうち、GA については、皮膚および呼吸器への刺激性やアレルギー性があり、消毒従事者が喘息に罹患するなど健康影響が問題となっている^{2,3)}。過酢酸と OPA は

受理日：2023年10月30日
採択日：2023年11月29日
オンライン公開日：2024年3月31日

抗酸菌（結核菌、非結核性抗酸菌）に対する殺菌力が GA に比べ有意に高いが、過酢酸は金属腐食性が高いため、洗浄適合性のある内視鏡や専用装置を使用することが求められる。これに対し OPA は、高水準消毒剤として優れた洗浄効果を示し、内視鏡に付着していた細菌グラム陽性菌（ブドウ球菌、レンサ球菌）、グラム陰性菌（大腸菌、緑膿菌等）、真菌（カンジダ属）などに対して 5 分で殺菌効果を示すとされている。また、抗菌や真菌に対する殺菌作用、芽胞に対する殺芽胞効果、ウイルスに対する不活化作用なども有している。一方で消毒後のすすぎが不十分な場合、残留した OPA による有害事象が報告されており^{4,5)}、専用の洗浄消毒器⁶⁾による適切な洗浄と完全なすすぎが行われる。この際、0.55% OPA を含む消毒剤（ディスオーパ⁷⁾等）は繰り返し使用により徐々に薄まるため、洗浄装置内の OPA 濃度が有効濃度域内（0.30–0.55%）であるかを随時モニターする必要がある。現行の OPA 濃度計（ディスオーパモニター⁸⁾等）は OPA 由来の紫外吸光度から簡易定量を行うが、精度や

感度が十分とはいえず、誤飲や識別のための添加色素である緑色 201 号が吸収極大波長の 640 nm 付近のみならず、200–500 nm の広い領域に吸収を持つため⁹⁾、定量結果に影響しうる問題もあった。

そこで本研究では、消毒剤中 OPA の感度、精度、特異性に優れた蛍光定量法の開発を行い、医療現場や高齢者施設で従事者が誰でも簡便かつ正確に OPA 濃度を分析できる方法を構築した。本法では、OPA がアミノ酸の発蛍光誘導体化試薬としても利用されている¹⁰⁾ことに着想を得た。消毒剤中の OPA は弱塩基性条件下でアミノ酸およびチオールからなる蛍光誘導体化試薬と混合し、強い蛍光を発するイソインドール誘導体へと変換される（図 1）。この蛍光強度から OPA 濃度を共存物質の影響を受けずに高感度かつ選択的、簡便に定量できる。誘導体化反応の最適化や、共存する着色料である緑色 201 号濃度が本分析に及ぼす影響の評価、分析バリデーションなどの評価を行い構築した分析法の有用性について実証した結果を以下に述べる。

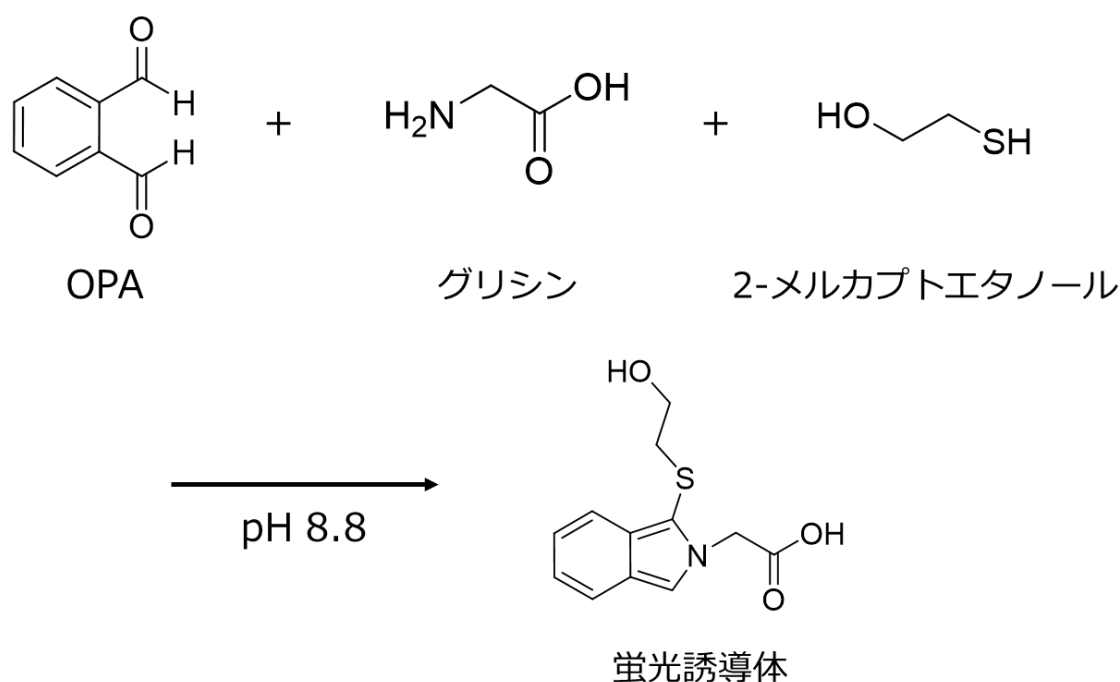


図 1 消毒剤中 OPA の蛍光誘導体化反応式

2. 実験

2.1 試薬および溶液

全ての実験用水は、水道水を ELGA Purelab Flex system (Veolia Water 製) により精製して使用した。OPA、グ

リシン、2-メルカプトエタノール、2-ヒドロキシプロピル-β-シクロデキストリン (HP-β-CD)、ホウ酸緩衝液 (100 mmol/L、pH 8.8、APDS タグワコー用) および緑色 201 号 (アリザリングリーン G) は富士フィルム和

光純薬社製のものを使用した。ディスオーパ消毒液 0.55%は ASP Japan 合同会社から入手した。特記しない限り試薬は市販の特級品をそのまま使用した。OPA 標準液には、ディスオーパモニター (ASP Japan 合同会社製) において校正用に使用される 0.20–0.55%の 8 溶液 (0.20、0.25、0.30、0.35、0.40、0.45、0.50、0.55%) を株式会社アマノより提供を受けた。HPLC 用アセトニトリルおよびメタノールはそれぞれ Fisher Scientific、キシダ化学製のものを使用した。その他の試薬はすべて特級品以上のものを使用した。

2.2 分析装置

HPLC およびフローインジェクション分析には、RF-20A XS 蛍光検出器および SPD-M20A フォトダイオードアレイ検出器を接続した LC-40B XR (島津製作所製) を使用した。蛍光スペクトル測定には FP-6500 蛍光分光光度計 (日本分光製) を使用した。

2.3 消毒液中 OPA の蛍光誘導体化分析

ディスオーパ消毒液または OPA 標準液 20 μ L に蛍光誘導体化試薬 (50 mmol/L 2-メルカプトエタノール、100 mmol/L グリシン、50 mmol/L HP- β -CD を含む pH 8.8 のホウ酸緩衝液) 7,980 μ L を加えたものを蛍光分光光度計またはフローインジェクション蛍光分析システムにて分析した。蛍光分光光度計による測定では、反応溶液の 1 mL を 1 cm 角の石英ガラスセル (容量 3.5 mL、ジューエルサイエンス製) に入れ、励起波長 340 nm における蛍光スペクトルおよび蛍光強度を測定した。フローインジェクションシステムでの測定では、反応溶液の 10 μ L を前項で示した HPLC 装置に導入し、溶離液としてホウ酸緩衝液を流速 0.4 mL/min で送液した。蛍光検出は励起波長 340 nm、蛍光波長 440 nm にて行った。

2.4 ディスオーパ中緑色 201 号濃度の HPLC 分析

HPLC 分析装置は 2.2 項に記載のとおりである。分析カラムには ACQUITY UPLC BEH C18 (2.1 \times 150 mm、1.7 μ m、Waters 製) を用いカラム温度を 50°C に設定した。移動相には、メタノール–20 mmol/L リン酸緩衝液 (pH 7.0) (55 : 45, v/v) を用い、流速 0.08 mL/min で送液した。カラムからの溶出液はフォトダイオードア

レイ検出器を用い検出波長 260 nm で分析した。緑色 201 号標準品の水溶液 (0.05、0.1、0.2、0.3、0.4、0.5 μ g/mL) の分析により得られたピーク面積値から作成した検量線を用い、ディスオーパを水で 10 倍希釈した試料のピーク面積を検量線に当てはめることで濃度を算出した。

2.5 分析バリデーション

OPA 濃度 0.20–0.55%の 8 溶液 (0.20、0.25、0.30、0.35、0.40、0.45、0.50、0.55%) の標準液を 2.3 項に記載の手順で各濃度 9 回ずつ誘導体化を行い、フローインジェクション法により蛍光強度を測定した。さらに、OPA の有効洗浄の下限である 0.30%の \pm 10%の濃度 (0.27、0.28、0.29、0.30、0.31、0.32、0.33%) の標準液を各濃度 3 回ずつ測定した。

3. 結果と考察

3.1 OPA の蛍光誘導体化反応の確認と最適化

ディスオーパの誘導体化反応液を、反応直後から 20 分後まで励起波長 340 nm で測定した蛍光スペクトルおよび蛍光強度変化のグラフを図 2 に示す。蛍光誘導体化試薬溶液中に HP- β -CD を含まない場合、反応直後から 20 分間で蛍光極大 450 nm における蛍光強度は約 50%程度にまで低下した (図 2a)。OPA とグリシン、2-メルカプトエタノールから形成されるイソインドール誘導体は容易に加水分解され、蛍光性を持たなくなることが報告されており¹¹⁾、その報告と違わない結果となった。内視鏡洗浄は、医療現場だけでなく介護老人ホームなど様々な現場で行われており、誰でも簡単に再現性の高い OPA の定量を実現させる必要がある。誘導体化反応させた溶液を蛍光光度計にセットする時間、測定開始する時間などは実施者や測定回ごとに大きくばらつくことから、ある程度の時間において安定に蛍光強度が一定となることが望ましい。Wagner らは、水溶液中に疎水的な環境を持つ HP- β -CD の空洞内にイソインドール誘導体を包接させることにより、誘導体の加水分解反応を大きく遅延させ蛍光強度を一定時間保つことができることを報告している¹²⁾。そこで誘導体化試薬溶液中に 50 mmol/L HP- β -CD を加え、蛍光強度変化を追跡した (図 2b、2c)。その結果、反応開始後 10 分までは蛍光強度がほぼ一定に保たれていた。また、蛍

光極大波長は HP- β -CD 未添加時の 450 nm に対し 440 nm と短波長側にシフトし蛍光強度自体も約 1.4 倍程度増強した。これらの結果はいずれもイソインドール誘

導体が HP- β -CD の疎水的空洞内に包接されることを裏付けていた。

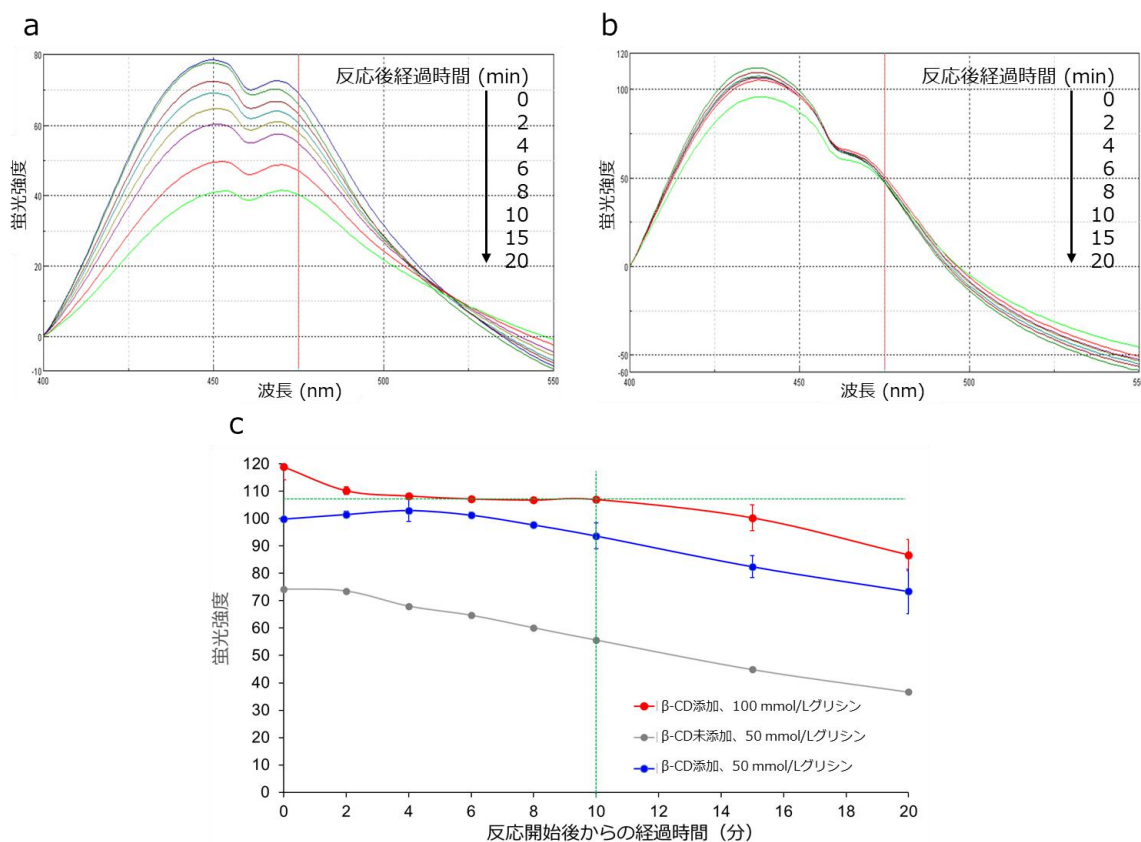


図2 (a) 50 mmol/L HP- β -CD の未添加および添加時の蛍光誘導体化反応液の蛍光スペクトルおよび (b) 蛍光強度変化推移

3.2 ディスオーパ中緑色 201 号濃度の HPLC 測定と OPA の蛍光誘導体化に及ぼす影響の評価

消毒剤ディスオーパにはアントラキノン系酸性染料である緑色 201 号 (アリザリングリーン G) が着色料として添加されており、その添加濃度は非開示となっている。可視領域における吸収極大は約 610 nm および 640 nm 付近であるが、紫外領域にも 254 nm および 280 nm に強い吸収が認められる^{9,13)}ことから、従来法の紫外吸光度法では OPA の定量に影響を与える可能性があった。また、蛍光光度法においても高い吸光物質の共存は励起光や蛍光発光の減弱に繋がることからその影響を把握しておく必要があった。検量線作成に用いた緑色 201 号標準品水溶液 (0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 μ g/mL) のクロマトグラムを図 3a に、検量線を図 3b に示す。構造異性体に基づくと思われる①と②の 2 本の

ピークが 10.8 min と 12.8 min 付近に検出された。いずれのピーク面積を用いても緑色 201 濃度に対して良好な定量性 ($R^2 > 0.999$) を示したことから、この結果を元に作成した検量線を用いて、10 倍希釈したディスオーパ溶液中の緑色 201 濃度を算出した。その結果、ピーク 1 より算出した濃度は 2.0 μ g/mL、ピーク 2 より算出した濃度は 2.2 μ g/mL となった。そこで、OPA 0.55% 水溶液に緑色 201 号を 2.0-3.0 μ g/mL となるように添加後、2.3 項に記載の手順で誘導体化を行い、フローインジェクション法により蛍光強度を測定した。その結果、緑色 201 号の共存は OPA の蛍光強度に -6.53~3.16% の誤差を与えたが、濃度依存的な変動は認められず、OPA の蛍光定量において実用上殆ど影響を及ぼさないことが示された (図 4)。

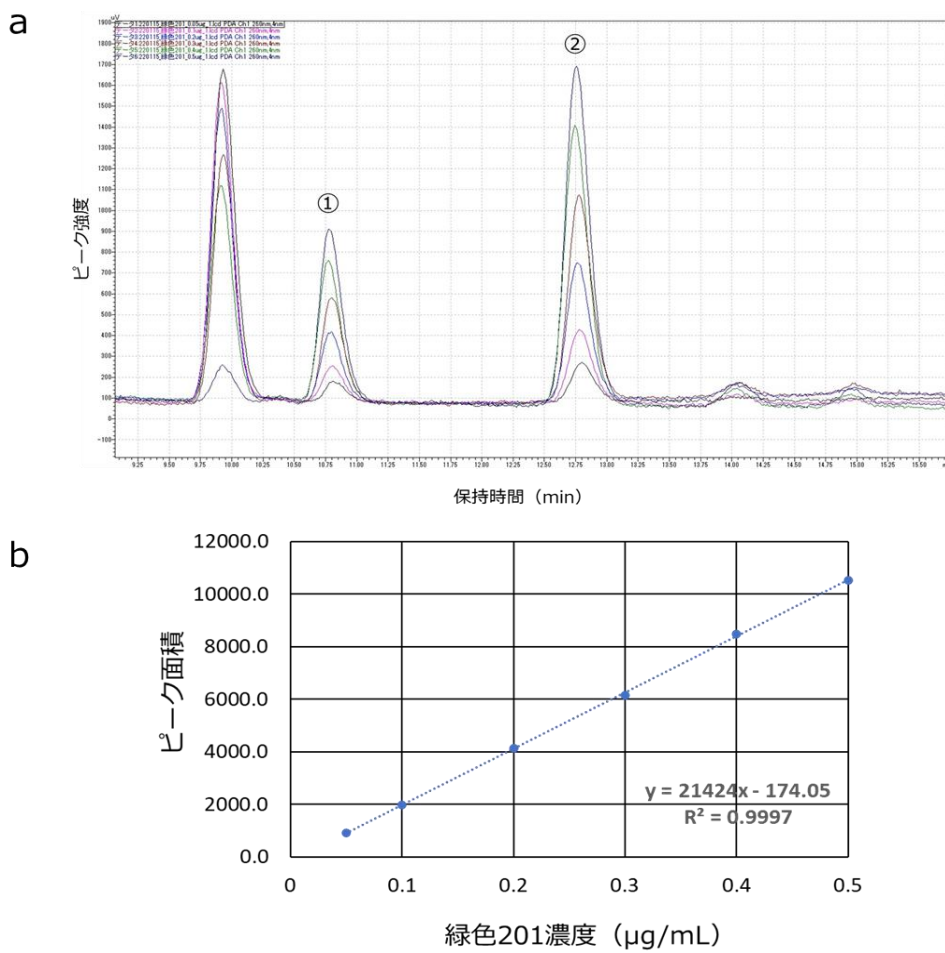


図3 緑色 201 号標準品水溶液 (0.05、0.1、0.2、0.3、0.4、0.5 μg/mL) の (a) クロマトグラムおよび (b) ピーク②より算出した検量線

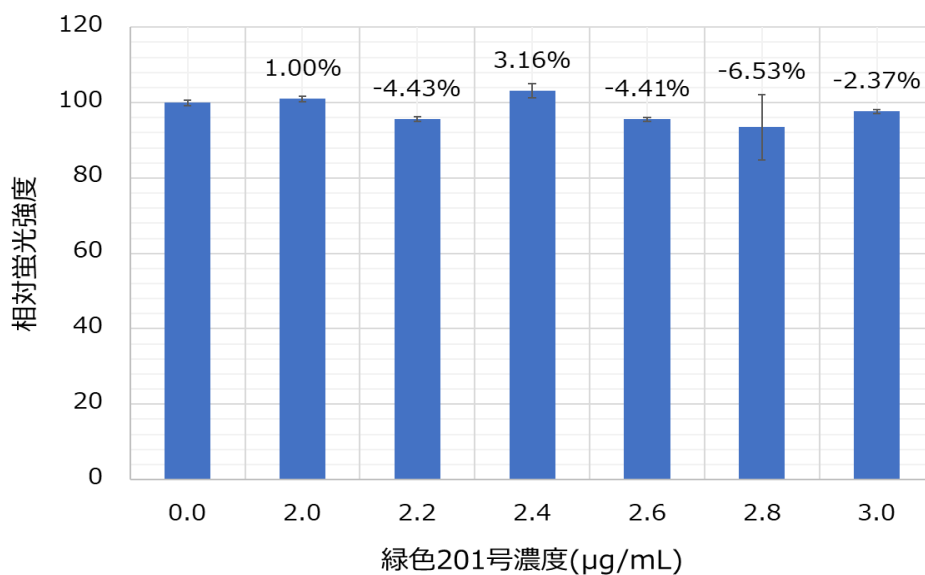


図4 緑色 201 号濃度が 0.55% の OPA の蛍光強度に及ぼす影響

3.3 分析バリデーション

開発した分析法の妥当性を検証するため、2.5 項の条

件で分析バリデーションを行った。OPA の定量範囲は、有効洗浄濃度の下限である 0.30% より低い濃度での定

量を可能とする 0.20–0.55% で設定し、良好な定量性 ($R^2=0.997$) を示した (図 5a)。また、0.55% の標準液を 9 回分析したときの相対標準偏差は 0.85%、すべての濃度範囲における相対標準偏差は 1.85% 未満であり良好

な再現性も有していた。さらに、洗浄能力の下限付近である 0.27–0.33% の範囲においても 0.01% 刻みの濃度で十分な定量性 ($R^2=0.991$) を示した (図 5b)。

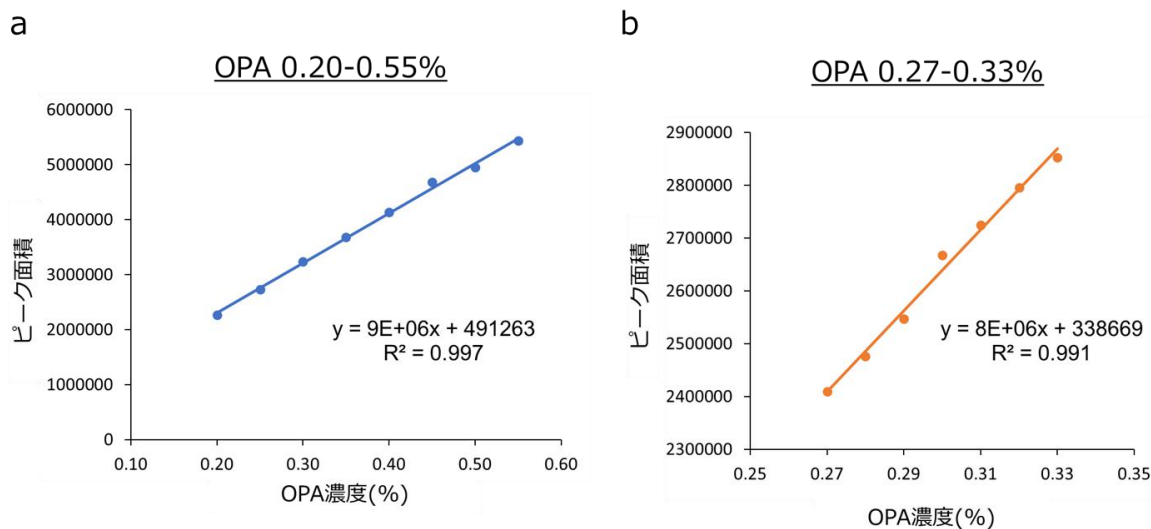


図5 OPA 濃度 (a) 0.20–0.55% および (b) 0.27–0.33% における検量線

4. 結言

本論文では、消毒剤中 OPA の新たな蛍光分析法の開発研究の成果を纏めた。開発した分析法により消毒液中の OPA は、0.20–0.55% の範囲で良好な定量性と精度で定量でき、洗浄能力の下限付近においても 0.01% 刻みの濃度で十分に定量可能であった。また、OPA の定量には、共存色素である緑色 201 号の濃度の影響を殆ど受けないことも示すことができた。本分析法は消毒剤と蛍光誘導体化試薬を混合するだけで定量が可能であり、かつ反応開始後 10 分までは蛍光強度がほぼ一定に保たれることから、測定者の技量によらず誰でも簡単に再現性の高い OPA の定量が実現する。現在、複数のメーカーから可搬型蛍光光度計が市販されており、今後、これらと組み合わせることで医療機関や介護施設等でのオンサイト分析に適用され、内視鏡検査の安全維持に貢献することが期待できる。

謝辞

本研究は公益財団法人浜松地域イノベーション推進機構フォトンバレーセンター「A-SAP 産学官金連携イノベーション推進事業」の支援により行われました。事

業の関係者および本学地域・産学連携推進室の皆様にご感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 岩切龍一、田中聖人、後藤田卓志、岡 志郎、大塚隆生、坂田資尚、千葉俊美、樋口和秀、増山仁徳、野崎良一、松田浩二、下野信行、藤本一眞、田尻久雄 (2018) 「消化器内視鏡の洗浄・消毒標準化にむけたガイドライン」、『日本消化器内視鏡学会雑誌』 60 (7) , pp 1370-1396.
- 2) A. B. West, S.F. Kuan, Bennick M, S. Lagarde (1995), Glutaraldehyde colitis following endoscopy: clinical and pathological features and investigation of an outbreak, *Gastroenterology*, 108, 1250–1255.
- 3) T. Takigawa, Y. Endo (2006), Effects of Glutaraldehyde Exposure on Human Health, *Journal of Occupational Health*, 48, 75–87.
- 4) S. G. Venticinqu, V. S. Kashyap, R. J. O'Connell (2003), Chemical burn injury secondary to

- intraoperative transesophageal
echocardiography, *Journal of Occupational Health*, 97, 1260–1261.
- 5) W. N. Sokol (2004), Nine episodes of anaphylaxis following cystoscopy caused by Cidex OPA (ortho-phthalaldehyde) high-level disinfectant in 4 patients after cystoscopy, *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 114, 392–397.
 - 6) 内視鏡洗浄消毒器エンドクレンズNeo添付文書 (2020年2月改訂),
https://www.pmda.go.jp/PmdaSearch/kikiDetail/ResultDataSetPDF/100171_228AHBZX00022000_A_01_05 (Accessed:2023年8月20日).
 - 7) デイスオーパ消毒液 0.55%添付文書 (2020年11月改訂)
https://www.pmda.go.jp/PmdaSearch/iyakuDetail/ResultDataSetPDF/172133_732170DQ1020_3_01 (Accessed:2023年8月20日).
 - 8) デイスオーパモニター, ASP Japan,
<https://www.asp.co.jp/products/disinfection/disopa-monitor> (Accessed:2023年8月20日).
 - 9) K. Agrawal, P. Verma (2019), Biodegradation of synthetic dye Alizarin Cyanine Green by yellow laccase producing strain *Stropharia sp.* ITCC-8422, *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 21, 101291.
 - 10) M. Yamaguchi, J. Ishida, T. Toyo'oka ed. (1999), Reagent for FL Detection in “*Modern derivatization methods for separation sciences*”, pp 99-165, Wiley.
 - 11) M. C. García Álvarez-Coque, M. J. Medina Hernández, R. M. Villanueva Camañas, C. Mongay Fernández (1989), Formation and instability of *o*-phthalaldehyde derivatives of amino acids, *Analytical Biochemistry*, 178, 1–7.
 - 12) Brian D. Wagner, Gregory J. McManus (2003), Enhancement of the fluorescence and stability of *o*-phthalaldehyde-derived isoindoles of amino acids using hydroxypropyl- β -cyclodextrin, *Analytical Biochemistry*, 317, 233–239.
 - 13) AAT Bioquest 社 HP Absorption [Alizarin Cyanin Green G],
https://www.aatbio.com/absorbance-uv-visible-spectrum-graph-viewer/alizarin_cyanin_green_g
(Accessed:2023年9月9日).

生涯健康科学ジャーナル

Journal of Lifelong Well-being Sciences

ISSN 2759-1700

No. 1

2024年3月31日発行（年2回 9月・3月発行）

編集 生涯健康科学ジャーナル編集委員会
発行 静岡県公立大学法人 静岡県立大学
〒422-8526 静岡市駿河区谷田 52 番 1 号
Shizuoka Prefectural University Corporation
University of Shizuoka
52-1 Yada, Suruga-ku, Shizuoka City
Tel: 054-264-5801, Fax: 054-264-5899
E-mail: lifelongwell-being@u-shizuoka-ken.ac.jp

Journal of Lifelong Well-being Sciences

No.1 March, 2024

CONTENTS

◆Preface

- Addressing the Inauguration of “Journal of Lifelong Well-being Sciences”
Yoriko WATANABE..... 1

◆Greetings

- In Commemoration of the Inauguration of “Journal of Lifelong Well-being Sciences”
Kenichiro TODOROKI..... 2

◆Research Paper

- Development and Educational Impact Analysis of a Virtual Reality Material for Simulating Physical Restraints
——Qualitative Study Using SCAT in Nursing Practice——
Sho NAGAI, Akiko ENOMOTO, Yoshihiro SUZUKI, Ryosuke BAN, Takahiro KATO, Fumihito SUGISHITA..... 3

- Development of a highly sensitive fluorescence assay for orthophthalaldehyde in endoscopic disinfectants
Moe AOKI, Tomoya HOSHINO, Aogu FURUSHO, Eiji SUGIYAMA, Hajime MIZUNO, Shinobu ITO,
Kenichiro TODOROKI 15

University of Shizuoka