

令和 7 年 6 月 11 日現在

機関番号：32692

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2024

課題番号：20K12723

研究課題名（和文）医療事故ゼロを目指す近未来の医療データセレクションアクティブセーフティーアシスト

研究課題名（英文）Development of AR assist system for medical professionals

研究代表者

田仲 浩平 (Tanaka, Kohei)

東京工科大学・医療保健学部・教授

研究者番号：60449949

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,800,000 円

研究成果の概要（和文）：本研究では、医療事故防止を目的としてARグラスを活用したトレーニング研究を実施した。その結果、ARグラスの装着は作業時間に有意な影響を与えない一方、操作手順の遵守率やミスの低減率が大幅に向上了し、作業精度が格段に高まることがわかった。これにより、医療従事者が日常業務で安全かつ確実に処置を行える可能性が示され、患者の安全確保および医療サービスの質向上に寄与する有望な手段であることが裏付けられた。さらに、ARグラスによる視覚ガイドは誰でも理解でき、教育コスト削減と技能均質化にも効果が期待される。今後は臨床現場での効果検証とチームトレーニングへの応用を進め、安全文化の醸成に貢献が期待される。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果は、ARグラスを用いた医療事故防止トレーニングが作業時間を変えずに精度と遵守率を大幅向上させることを実証した。学術的には、XR技術が安全工学とヒューマンファクターを架橋する有効手法であると示し、現場適用型インターフェース研究を前進させるものである。社会的には、医療従事者の技能均質化と教育コスト削減を通じ患者の安全と医療サービスの質向上に寄与し、持続可能な医療システム構築を後押する。また、視覚ガイドの汎用性により地方中小病院でも高度な手順教育を実現し、地域医療格差の縮小を促進させる。本研究により、安全文化の定着と医療DXの加速に資するものと考えられる。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to prevent medical accidents by implementing training that utilized augmented reality (AR) glasses. The results demonstrated that while wearing AR glasses had no significant impact on task duration, it greatly improved adherence to procedural steps and significantly reduced errors, thereby enhancing overall task accuracy. These findings suggest that AR glasses can support healthcare professionals in performing procedures more safely and reliably in daily practice, making them a promising tool for ensuring patient safety and improving the quality of healthcare services. Furthermore, the visual guidance provided by AR glasses is easy to understand for all users, contributing to reduced training costs and greater consistency in skill levels. Moving forward, we plan to validate the effectiveness of this approach in clinical settings and expand its application to team-based training, fostering a stronger culture of safety in healthcare.

研究分野：医療機器安全工学

キーワード：ARグラス ハンズフリー 音声コマンド 音声ガイド トレーニング 作業支援 ミス低減 安全性

1. 研究開始当初の背景

世界保健機関 (WHO) の報告によれば、世界において年間約 250 万人が医療関連の有害事象により死亡しており、その多くは予防可能であるとされている (WHO, 2019)。日本国内においても、医療事故の報告件数は年々増加傾向にあり、厚生労働省の「医療事故調査制度」に基づく報告によれば、2022 年には過去最多の件数が記録されるなど、医療安全の確保は喫緊の課題となっている。

従来の医療安全対策は、主に医療従事者の個人能力や注意力に依存してきた。たとえば、集合型研修や事例検討会など、いわゆる OFF-JT が一般的に行われてきたが、実際の臨床現場における複雑かつ瞬時の判断を要する状況に対しては、十分に対応できていない側面がある。

医療現場には、臨床経験の浅い若手医療従事者と、経験豊富なベテランスタッフが混在しており、それぞれに異なるリスク要因が存在する。特に、医療機器の操作手順が不明瞭である場合、設定ミスや接続ミスといったエラーが発生しやすく、実際に人工呼吸器の誤設定や医療機器の接続不備に起因する重大事故の報告も存在している。これらの要因には、記憶への過度な依存や、必要な情報に即時アクセスできない環境が背景として関与していると考えられる。

このよう状況下においては、「必要な情報を、必要なときに、視認性を損なうことなく確認できる環境」の整備が不可欠である。とりわけ、以下の 4 点は医療現場における情報提供手段の最低条件とされるべきである。

- (1) 情報はリアルタイムで提供されること
- (2) 情報は使用者の視野内に表示されること
- (3) フィジカル空間の視界を遮らない構造であること
- (4) 手を使わずに操作できること

とくに、清潔操作中には端末に触れることが制限されるため、音声コマンドによる操作が現実的な手段として求められる。提供すべき情報の内容としては、以下が挙げられる。

- (5) 致命的リスクに直結する診療行為の手順
- (6) 手順が複雑、あるいは施行頻度が少ない処置の流れ
- (7) 医薬品の調製や投与における注意事項
- (8) 医療機器の操作・設定・管理に関する要点
- (9) 医療事故が繰り返し報告されている事象に関する情報

これらの情報を適切なタイミングで視覚的に提示することで、記憶に頼ることなく、判断ミスを回避し、医療過誤を未然に防止することが可能となる。

申請者は、2015 年より音声認識機能を搭載した AR (拡張現実) 対応スマートグラス (以下、AR グラス) の研究開発に着手している。この AR グラスは、視野内に情報を重ねて表示し、音声によって操作可能であり、現場の医療従事者がハンズフリーで必要な知識や手順を即座に参照できるシステムである。

本研究は、この AR グラスを活用し、「記憶に依存しない」新たな医療安全対策システムの構築とその有効性の検証を行うものである。これにより、従来の教育・訓練だけでは対応しきれない現場支援の不足を補い、医療安全文化の醸成、ひいては安全で持続可能な医療提供体制の構築に資することを目的とする。

2. 研究の目的

本研究の目的は、AR (拡張現実) グラスと音声認識機能を連動させた医療安全支援システムを構築し、医療現場で実際に活用可能な医療手技支援用コンテンツを開発・実装・検証することにより、革新的かつ実用的な医療事故防止支援システムの創出を図ることである。

本システムは、医療従事者が必要とする手技情報や注意点をリアルタイムで視野内に表示しつつ、視界を遮ることなく、また端末に触れることなく音声で操作可能な点に特徴を持つ。これにより、医療従事者が安全かつ効率的に処置を行うための認知的・操作的支援を実現することを目指す。

特に以下の 3 点を本研究の主たる目的とする：

(1) 手技ミスや確認漏れの視覚的補完による未然防止

医療手技において発生しやすいプロセスエラーや確認漏れに対して、AR グラスを通じてリアルタイムに手順や注意喚起を提示することにより、人的エラーの発生率を低減し、事故の予防に資する。

(2) 記憶の定着および操作記憶の再生支援による知識補強

医療従事者が習得した手技や知識を、必要時に即座に想起できるよう支援することを目的とし、AR グラスを活用して記憶の定着を促進するとともに、「忘却されがちな操作記憶」の再生をサポートする情報提示手法を導入する。

(3) 熟練度の格差を補完するリアルタイムナビゲーションの提供

経験の浅い医療従事者に対して、手技中にリアルタイムで視覚および音声によるナビゲーションを行うことで、適切な判断と操作の遂行を支援し、熟練者との差を補完する仕組みを実装する。

本研究のシステムは、従来の AR グラスの活用事例に見られる単なる画像提示型支援とは異なり、「処置の中で失念しやすい操作」や「事故に繋がりやすい要注意手技」に特化したコンテンツ構造を持つ点で、独自性と実用性を兼ね備えている。さらに、視覚的および聴覚的な複合支援による直感的な情報伝達を可能とし、医療現場における「記憶に依存しない」安全行動の実現に寄与することを目的とする。

3. 研究の方法

本研究は、以下の 4 段階で構成されている。

(1) システム設計・開発

EPSON 製 AR グラス (BT-40S) をベースに、NEC 製音声認識ソフトウェア（作業支援ソリューション）を特別仕様で組み合わせ、独自のグラスシステムを開発した。グラス上に画像とテキストで手順を表示し、音声合成による読み上げガイドを行う。音声認識機能により音声コマンド操作（例：「OK」「NG」）によってハンズフリーで操作可能な設計とした。

(2) コンテンツ制作

人工呼吸器、輸液ポンプ、血液浄化装置などの操作手順やトラブル対応を中心に、高解像度の映像と視線誘導ガイドを組み合わせた AR グラスコンテンツを制作。実際の操作を撮影・編集し、ステップごとにナレーションを同期させた実践的な学習設計を採用した。

(3) 実証試験の実施

ボランティア学生を対象に、AR グラス使用群と非使用群に分け、操作精度、作業時間、エラー率を比較する実証試験を実施した。

(4) 効果測定・統計解析

定量的評価としては、手技遂行時間、エラー発生率、操作効率の 3 指標を主軸に分析し、AR グラス導入による改善効果を統計的に検証した。さらに、装着後アンケートおよび半構造化インタビューによる定性的データも収集し、使用者の満足度や改善要望を反映した。

本システムの開発にあたって設定した 4 つのコンセプトは以下の通りである。

情報はタイムリーに提供されること

視線を大きく外す必要がないこと（視認性の維持）

高いディスプレイ透過性により視野を遮らないこと

音声認識による完全非接触型の操作が可能であること

これらの要件は、特に清潔操作中など、物理的接触を制限される医療行為において重要な要素であり、実臨床への応用における不可欠な条件である。

音声認識ソフトウェアは、もともと縦型ディスプレイを前提にタブレット端末向けとして、セル生産ラインでの作業支援用途に開発されたものである。そのため、周囲が騒音環境であっても高精度な音声認識性能を維持できる設計となっている。本研究ではこれを横長ディスプレイ仕様のスマートグラスに特別に適用しており、アスペクト比の不一致による表示不具合が発生することがあった。これに対し、現在はコンテンツ編集時点で AR グラスの表示仕様に適合するよう、毎回アスペクト比の補正を行い、最適な視認性が確保されるよう工夫を行った。

3-1. データ表示の見え方と課題

医療 AR グラスの使用においては、表示させる情報量が装着者の作業効率や集中力に影響を与えることが明らかとなった。特に、表示テキストの量が多くすぎる場合、視認や処理のために装着者の動作が一時的に停止する傾向が確認されている。また、音声合成機能による読み上げ処理はテキスト量に比例して時間が長くなるため、読み上げ終了まで装着者の操作が中断されるケースが見受けられた。これにより、短く要点を絞ったテキスト表示が望ましいと判断される。



図 1 AR グラスを装着した場合のデータの見え方

画像とテキストを表示できる

图 1 に示すように、コンテンツは可能な限り画像とテキストをシンプルに構成することで

視認性が向上し、作業効率の維持・向上が期待できる。

3-2. コンテンツ自作と手順

本システムはコンテンツの自作機能も備えており、ユーザーが撮影した画像やテキストを、専用 Excel フォームに貼り付けてサーバ PC 上にアップロードするだけで、即座に AR グラス上で閲覧・操作可能なコンテンツとして反映される。この機能により、医療現場のニーズに応じた個別化・迅速な情報提供が可能となっている。

さらに、テキスト情報の音声合成読み上げ機能を搭載しており、骨伝導イヤホンマイクから装着者のみに音声が伝達される設計となっている。視覚と聴覚の両チャネルを通じて情報を提供することで、確実な情報伝達が実現される。

AR グラスに搭載されるコンテンツは、サーバ PC 上でユーザー自身が容易に作成可能である。本研究では、医療従事者および医療系学生向けに、約 40 種類以上の実践的コンテンツを開発してきた。対象分野は多岐にわたり、患者情報、生体情報、医薬品管理、医療機器の操作手順、安全対策、警報対応、保守・在庫管理などに及ぶ。

これらのコンテンツはすべて AR グラス内のストレージに保存され、音声コマンドによって即時に呼び出し・操作が可能である。

各工程は上段から下段へ、図 2 のフローチャートに示す通り進行し、「OK!」「次!」などの音声コマンドで次のステップに移行する設計である。また、「NG!」「できない!」などの指定音声を設定することで、特定のステップにジャンプさせるスクリプトが機能し、分岐させ、任意の手順へ入ることができる。

さらに、数値の上限・下限をあらかじめ設定しておくことで、血圧やバイタル情報を音声で発話するだけで、治療方針や処置内容を分岐表示させるといった応用も可能である。この機能により、反復学習や個別適応型トレーニングにも活用できる自己学習コンテンツが構築可能である。

ただし、教育現場での正式活用には、コンテンツに一定の客観的到達度評価基準を付加しておくことが求められる。

4. 研究成果

研究期間中の進捗に伴い、以下のようない意義な成果が得られている。図 3 に示す通り、気管内吸引操作トレーニング(学部 3 年生)での研究では、介入群(n=15)と非介入群(n=29)で、吸引成功率で有意な差が認められている。AR グラスは、臨床現場における実用性、教育的有効性、安全性の向上に対して多角的な貢献を果たした。

(1) AR グラスの医療現場への適合性の確認

本研究における AR グラスは、音声認識による情報検索と AR による視野内提示がスムーズに連携し、ハンズフリーかつ視線内での操作支援を実現した。音声コマンドの認識率は高く、病棟・手術室等の騒音環境下においても、実用に耐え得る性能が確認された(音声認識成功 rate : 約 94%)。これにより、医療行為中に手を使わずに必要な情報へアクセス可能な環境が整った。

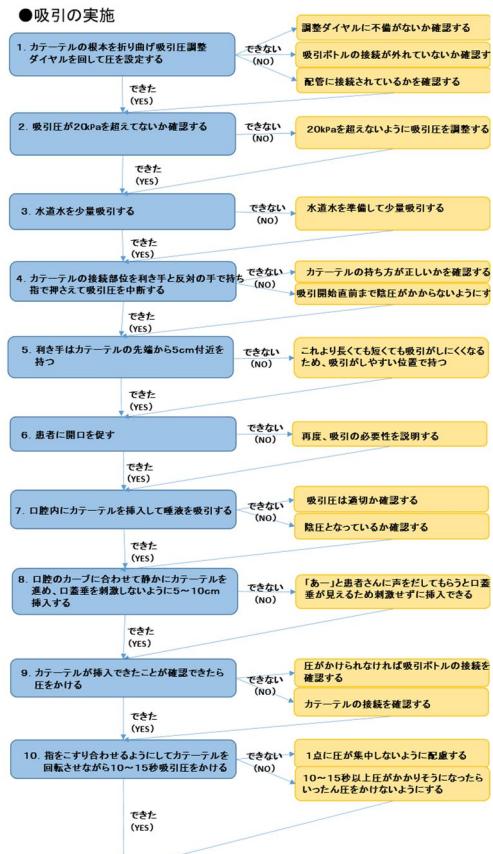


図 2 気管内吸引操作手順の自作したフローチャート(抜粋)

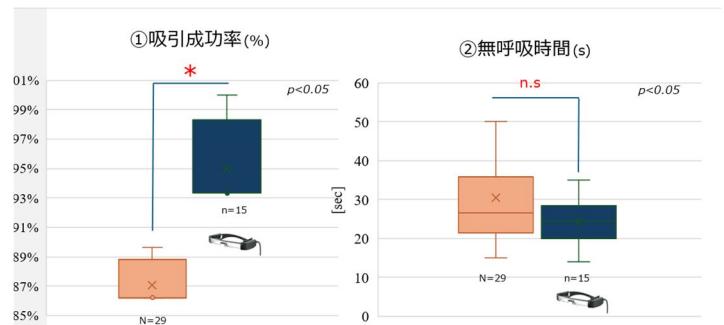


図 3 気管内吸引操作トレーニングの結果
吸引操作時における成功率と無呼吸時間の比較
吸引成功率(左)に有意差あり

(2) 医療事故リスクの可視化と軽減

本システムの導入により、医療機器操作や処置における確認漏れ、接続ミスといったヒューマンエラーの抑制効果が明確となった。特に、「接続ミス」「スイッチの誤操作」「手順の取り違え」「確認不足」など、重大事故につながりやすいエラー要因に対し、AR グラスによるステップ提示は、視覚と音声による多重情報提示が判断の正確性を高めた。

(3) 教育・研修ツールとしての高い汎用性

AR グラスによる視覚・聴覚の同時情報提示は、若手医療従事者に対して高い学習効果を発揮した。事前学習と AR 支援を組み合わせた場合、記憶定着率が向上しており、特に、視覚・聴覚・触覚による学習は、一度覚えた内容を現場で即座に再確認できることに繋がっているものと考えられた。また、離職後の再教育や復職支援ツールとしても活用できる汎用性を有し、実地研修に代替・補完可能なツールとしての可能性が示唆された。

以下にこの研究で得られた成果を公表した。

2025-2024

- 1) Asaumi, K., Oki, M., Ohashi, W., Sato, H., & Tanaka, K. (2025). Effect of augmented reality-based endotracheal suctioning skill training of undergraduate nursing students: An open-label randomized controlled trial. *Clinical Simulation in Nursing*, 100, 101692.
- 2) Tanaka, K. (2024). Development of an augmented reality (AR) glasses system for medical safety measures using artificial intelligence (AI). *Impact*, Volume 2024, Number 2, pp. 69-71(3)
- 3) 田仲浩平.(2024).医療 AR グラスの最適な情報提供による医療ミス防止効果. *Bio Clinica*, 40(1),pp70-75.
- 4) 田仲浩平.(2024).Augmented Reality (AR) グラスを活用した医療安全トレーニングの革新的なアプローチ. *Medical Imaging Technology*, 42(2),56-61 頁.
- 5) 田仲浩平(2024).医療ミスを防ぎ重大インシデントを回避する医療 Augmented reality (AR) グラスシステム. *Bio Clinica*, 39(7),pp58-63.
- 6) 田仲浩平(2024).医療安全の新機軸：医療従事者の経験・情報不足を補う Augmented Reality(AR)グラスシステム. *Precision Medicine*, 7(2),pp68-72.
- 7) 浅海くるみ,大木正隆,田仲浩平.(2024).看護基礎教育におけるスマートグラスを活用した気管内吸引演習プログラムの開発と評価,日本看護科学学会誌, 43,pp612-621.
- 8) 田仲浩平(2024), Augmented Reality(AR)グラスを活用した医療安全トレーニングの革新的なアプローチ, *Medical Imaging Technology*, 42(2),pp56-61.
- 9) 佐藤広隆,田仲浩平 et.al(2024), スマートグラスを使用した ECMO プライミング教育システムの視線解析を含めた評価.MAGDA カンファランス,33,pp234-235.
- 10) 伊藤奈々,武田朴,加納敬,沖雄二,田仲浩平,横山武志,(2024), 気管内吸引操作における Virtual Reality と Augmented Reality の教育効果について, 日本コンピュータ外科学会誌,26(2),p123.

2023

- 1) 田仲浩平(2023), 医療事故（過誤）を防ぐ医療 AR システム～経験・情報不足を補う医療支援. *Precision Medicine* ,16(12),pp49-53.
- 2) 佐藤広隆,田仲浩平 et.al ,(2023), AR グラスを用いた除細動保守点検マニュアルの開発, 医工学治療, 35,p180.
- 3) 佐藤広隆,田仲浩平,et.al(2023), スマートグラスを用いた臨床工学技士用の保守点検ツールの開発 漏れ電流測定コンテンツ試作と検証.日本臨床工学技士会誌,78,p355.

学会発表

- 1) 浅海くるみ,大木正隆,佐藤広隆,田仲浩平.看護基礎教育における Augmented Reality を用いた気管内吸引演習の開発と有効性の検証(第 44 回日本看護科学学会)2024 年 12 月(熊本)
- 2) 田仲浩平, 医療安全教育の新機軸 : XR(AR/VR) トレーニングの可能性 , 第 74 回日本病院学会 , 2024 年 7 月 (三重)
- 3) 田仲浩平、佐藤広隆、笠井亮佑、加納敬、篠原一彦, 医療安全教育における XR の運用とこれからの展開, 第 22 回日本 VR 医学会,2023 年 8 月 (大阪)
- 4) 田仲浩平, XR (Extended Reality) は医療安全に貢献できるか ~ 転ばぬ先の杖 ~ , 第 13 回香川県臨床工学技士会学術総会,2023 年 6 月 (高松)

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] 計3件 (うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件)

| | |
|--|---------------------|
| 1. 著者名 田仲浩平 | 4. 卷 7 |
| 2. 論文標題 医療安全の新機軸：医療従事者の経験・情報不足を補うAugmented reality(AR)グラスシステム | 5. 発行年 2024年 |
| 3. 雑誌名 Precision Medicine | 6. 最初と最後の頁 68-72 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|---|---------------------|
| 1. 著者名 田仲浩平 | 4. 卷 No15 |
| 2. 論文標題 臨床工学技士養成大学における医療安全確保のための取り組み | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 日本医療安全学会 | 6. 最初と最後の頁 16-22 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|---|-----------------------|
| 1. 著者名 田仲浩平, 笠井亮佑, 田中裕香子, 島峰徹也, 上條史記, 安藤ゆうき, 加納敬, 萩野稔, 日向奈惠, 篠原一彦, 武田朴 | 4. 卷 Vo91.No5 |
| 2. 論文標題 医療 AR の技術支援と人工心肺 VRシミュレータによる 医療・教育 DX | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 日本医療機器学会誌 | 6. 最初と最後の頁 466-474 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.4286/jjmi.91.466 | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

[学会発表] 計6件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 0件)

| |
|---|
| 1. 発表者名 田仲浩平 |
| 2. 発表標題 XR (Extended Reality) は医療安全に貢献できるか ~転ばぬ先の杖 ~ |
| 3. 学会等名 第13回香川県臨床工学技士会学術総会 |
| 4. 発表年 2023年 |

1 . 発表者名
田仲浩平

2 . 発表標題
医療安全教育における XR の運用とこれからの展開

3 . 学会等名
第22回日本VR医学会（招待講演）

4 . 発表年
2023年

1 . 発表者名
田仲浩平

2 . 発表標題
医療安全教育に役立つXR(Extended Reality) の実際

3 . 学会等名
第18回医療の質安全学会（招待講演）

4 . 発表年
2023年

1 . 発表者名
田仲浩平

2 . 発表標題
ARグラスを用いた気管内吸引操作の技能支援コンテンツの開発

3 . 学会等名
第60回日本人工臓器学会

4 . 発表年
2022年

1 . 発表者名
田仲浩平、笠井亮祐、田中裕香子、秋本和哉、島峰徹也、上條史記、加納敬、安藤ゆうき、田口遼太郎、荻野稔

2 . 発表標題
XRを応用した医療・教育システムの開発－インタラクション体外循環技術教育システムの評価

3 . 学会等名
第59回日本人工臓器学会（招待講演）

4 . 発表年
2021年

| |
|---------------------------------|
| 1. 発表者名 田仲浩平 |
| 2. 発表標題 次世代の医療安全システムでXRを活用する |
| 3. 学会等名 第7回日本医療安全学会 |
| 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 |
|--|---------------------------|-----------------------|----|
| | | | |

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 |
|---------|---------|
| | |