

令和 6 年 6 月 20 日現在

機関番号：34315

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K12004

研究課題名（和文）フィジカルな体験を重視した複合現実型インタラクティブ学習教材の研究

研究課題名（英文）Research on mixed reality interactive learning materials augmenting physical experience

研究代表者

大島 登志一（Ohshima, Toshikazu）

立命館大学・映像学部・教授

研究者番号：40434708

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：研究期間を通じて当該研究テーマで特に学校教育用と医療系の訓練や学習を目的とした研究を行い、システムを試作した。具体的には、医療系訓練用に関しては、(1) CPRとAEDを組み合わせて実施する心肺停止者の蘇生のための一次救命処置訓練システムと、(2) 中心静脈穿刺の訓練用シミュレータの実現に関するものである。(3) 学校教育用に関しては、視覚と触覚に着目することとフィジカルな体験的学びを重視することを軸として、理科教育の電気の単元について学べる教育システムを開発した。また、地理学を学際的に学ぶ教材も開発した。またさらに、3次元図形情報を空中像として提示するための新しい方式の提案と試作をおこなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、ICTの教育への適用とSTEAM型教育のための新しいプラットフォームを提案することを目的として、身体的な体験による学びの効果を重視し、VRからARまでを包括した広義のMR技術の特長を活かした学習/教育システムの開発と教育現場における実装に取り組んだ。

(1) 身体的かつ感覚的体験のインタフェースを充実させた学習システムを開発するデバイスレベルでの研究 (2) 対象とする学習に適した実装方法について一定のフレームワークを構築するコンテンツレベルの研究、そして (3) 実際の教育現場との連携により試行を重ねて実践を目指す展開レベルの研究という3段階の一貫したワークフローを示した点に意義がある。

研究成果の概要（英文）：Throughout the research period, we conducted research on the research theme, particularly for school education and medical training and learning, and created a prototype system. Specifically, for medical training, it concerns (1) a primary life support training system for resuscitating people in cardiopulmonary arrest that combines CPR and an AED, and (2) a simulator for central venous puncture training. (3) For school education, we have developed an educational system for learning about electricity units in science education, focusing on visual and tactile senses and emphasizing physical experiential learning. We have also developed teaching materials for studying geography in an interdisciplinary manner. Furthermore, we proposed and prototyped a new method for presenting 3D graphical information as an aerial image.

研究分野：人間情報学

キーワード：ミクストリアリティ 心肺蘇生訓練 理科教材 地理学教材 空中像表示技術

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

ICT を活用した教育の取り組みが重視されている中、幅広い ICT がすでに初等・中等教育の実践に取り込まれつつあり、積極的な活用も進んでいる。また、それらは概ね、高度化し普及の進むメディア技術を基盤に、コンピュータやタブレット、スマートフォンなど情報端末の画面を通じて、デジタル教材やビデオ教材を利用したり、遠隔教育を受けたりという形態となっている。一方で、本研究が着目するのは、そのような従来成果を踏まえつつも、従来の学びのプロセスが画面上での情報のやりとりに置換される際に脱落する傾向にある点である。

### 2. 研究の目的

本研究では、ICT の教育への適用と STEAM 型教育のための新しいプラットフォームを提案することを目的として、身体的な体験による学びの効果を重視し、広義の複合現実感(Mixed Reality; MR)技術の特長を活かした教育・学習システムの開発と教育現場における実装に取り組む。身体的かつ多感覚的な体験による学びをより一層重視する観点である。本研究で実現しようとする教育・学習システムは、デジタル化された教材に対しても、身体動作と多感覚的な受容のチャネルによって、能動的に取り組むうるプラットフォームをシステムレベルとコンテンツレベルの両面から実現し、次世代の STEAM 型教育への展開を目指すものである。

### 3. 研究の方法

本研究では、ICT の教育への適用と STEAM 型教育のための新しいプラットフォームを提案することを目的として、身体的な体験による学びの効果を重視し、VR から AR までを包括した広義の MR 技術の特長を活かした教育・学習システムの開発と教育現場における実装に取り組んだ。

このような着眼点のもとに(1)身体的・感覚的体験のインタフェースを充実させた学習システムを開発するデバイスレベルでの研究(2)対象とする学習者層・教科・単元に適した実装方法について一定のフレームワークを構築するコンテンツレベルの研究、そして(3)実際の教育現場との連携により試行を重ねて実践を目指す展開レベルの研究という 3 段階のステージに一貫して取り組んだ。また、デバイスレベルの研究で開発する、視覚と連動して力覚・触覚・聴覚とを体験することができる MR システムをプラットフォームとして、新しい STEAM 教育の具体的な事例を示した。

### 4. 研究成果

研究期間を通じて当該研究テーマで特に学校教育用と医療系の訓練・学習を目的とした研究を行い、システムを試作した。具体的には、医療系訓練用に関しては、(1)CPR と AED を組み合わせる心肺停止者の蘇生のための一次救命処置訓練システムと、(2)中心静脈穿刺の訓練用シミュレータの実現に関するものである。(3)学校教育用に関しては、視覚と触覚に着目することとフィジカルな体験的学びを重視することを軸として、理科教育の電気の単元について学べる教育システムを開発した。また、地理学を学際的に学ぶ教材も開発した。またさらに、3 次元図形情報を空中像として提示するための新しい方式の提案と試作をおこなった。

(1)については、東北大学附属病院との連携により、仙台市のスポーツ大会にて一般市民に救命体験をしてもらい、一定の優位性を確認できた。さらに、翌 2024 年度の国際学会 Laval Virtual 2024 のデモ展示コンペ部門に採択された。また(2)については、関西医科大学附属病院との連携により、代表研究者の施設内と、分担研究者の施設内とで独立して試用してデータを収集するための第二プロトタイプを作成・設置し、概念検証を実施した。本件はさらにその成果に基づいて深部穿刺手技への展開を検討することに接続した。(3)学習システム関連について、国内外の学会においてデモ展示を行い今後の可能性について優位性を確認した。

研究期間全体を通じて、ミクスリアリティをキーテクノロジーとして、理科や生物の学習、プログラミング学習、地理分野の学習、医療系の学習と訓練に関わる研究を実施し、特にフィジカルな力触覚を視覚と融合する形態でのミクスリアリティを活用することによって、当該応用分野での効用を確認することができた。

前述(1)で開発した MR BLS Trainer は、フィジカル MR 式一次救命訓練システムである。人体の胸部モデルと MR 体験を組み合わせる「心肺蘇生法 (CPR; cardiopulmonary resuscitation)」および「自動体外式除細動器 (AED; automated external defibrillator)」を使用しておこなう「一次救命処置 (BLS; basic life support)」を体感的にトレーニングできるシミュレーションシステムである。MR BLS Trainer システムは、インストラクタなしでも簡単に救命シミュレーションを行うことができ、従来の受動的な物理マネキンのみを用いた訓練体験とは異なり、ユーザはより意欲的かつ楽しみながら救助手順を学ぶことができる。

(2)中心静脈穿刺の訓練用シミュレータの研究成果については、特許出願が完了したため、今後学会等での発表をおこなう。

(3)理科学習に関する研究では、主に HoloBurner と HaptoMap と呼称するインタラクティブ教材の研究を実施した。HoloBurner システムは、ガスバーナーの安全な操作方法と炎色反応を学ぶための化学実験用のフィジカル MR システムである。実験室で実際に実験をしているような感覚と楽しさをユーザに提供する。HoloBurner システムは、実際にバーナーを操作しているかのような臨場感あふれる体験と、空中像ディスプレイによるリアルな炎の画像を提供する。実際のバーナーとホログラフィックな炎の表現により、さまざまな化学実験などの科学教育に応用できる可能性がある。

HaptoMap では、地図と力覚デバイスを組み合わせ、バーチャルな触覚体感によって地理学的な学習の効果を向上させることを試みた。国土地理院が公開している 3D プリンタ用の地形モデルデータから制作した地形の模型「立体地図(レリーフマップ)」によってフィジカルな体験が得られるとともに、ディスプレイに表示される多様な 2 次元の地図と、そして標高データから生成するバーチャルな力覚体験を複合したインタラクティブな教材を試作した。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Ohshima Toshikazu, Matsui Saina, Yamane Mizuki, Ling Yali, Muroi Katsuhito, Sakai Chihiro	4. 巻 Article No. : 20
2. 論文標題 MR BLS Trainer: A physical mixed reality CPR+AED rescue simulator	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 SA '23: SIGGRAPH Asia 2023 XR	6. 最初と最後の頁 1, 2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3610549.3614591	査読の有無 有
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 Ohshima Toshikazu, Nishimoto Kai	4. 巻 Article No. 7
2. 論文標題 HoloBurner: Mixed Reality Equipment for Learning Flame Color Reaction by using Aerial Imaging Display	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of SIGGRAPH Asia 2021 Emerging Technologies	6. 最初と最後の頁 1, 2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3476122.3484846	査読の有無 有
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 渡邊竜、大島登志一	4. 巻 -
2. 論文標題 CARMEL: 電子ブロックと投影型 AR を用いて電気の基礎を学ぶインタラクティブ理科教材の研究	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 情報処理学会シンポジウム インタラクション2022論文集	6. 最初と最後の頁 349, 399
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 山本知沙、大島登志一	4. 巻 -
2. 論文標題 ImayohClay: 粘土型インタフェースを用いた色と言葉に親しむための AR 教材	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 情報処理学会シンポジウム インタラクション2022論文集	6. 最初と最後の頁 310, 315
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 渡邊竜、大島登志一	4. 巻 -
2. 論文標題 電子ブロックと投影型ARを用いた「電流・電圧」分野のインタラクティブ理科教材の研究	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 情報処理学会シンポジウム エンタテインメントコンピューティング2021論文集	6. 最初と最後の頁 381, 384
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 酒井ちひろ、大島登志一	4. 巻 -
2. 論文標題 KuchiPaKu: サイレントスピーチインタラクションを学ぶためのゲーム的教材	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 エンタテインメントコンピューティングシンポジウム2023論文集	6. 最初と最後の頁 378, 381
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 北山怜奈、望月茂徳、大島登志一	4. 巻 -
2. 論文標題 Immersive Tales: 映像投影を用いた絵本とその読書体験の拡張	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 エンタテインメントコンピューティングシンポジウム2023論文集	6. 最初と最後の頁 357, 362
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 山口勇士、大島登志一	4. 巻 -
2. 論文標題 びたごらくん: 空間図形問題の理解を促すインタラクティブ教材の研究	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 エンタテインメントコンピューティングシンポジウム2023論文集	6. 最初と最後の頁 330, 332
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 室井克仁、大島登志一	4. 巻 -
2. 論文標題 タンジブルユーザインターフェースのための積層型導光プリズムの開発	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 エンタテインメントコンピューティングシンポジウム2023論文集	6. 最初と最後の頁 286, 289
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 -

〔学会発表〕 計15件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 9件)

1. 発表者名 Toshikazu Ohshima, Akari Watanabe
2. 発表標題 Hapto Map
3. 学会等名 Laval Virtual 2023 ReVolution #Research Demo (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Toshikazu Ohshima, Saina Matsui, Mizuki Yamane, Katsuhito Muroi, Chihiro Sakai
2. 発表標題 MR BLS Trainer: A physical mixed reality CPR+AED rescue simulator
3. 学会等名 SIGGRAPH ASIA 2023 XR (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 室井克仁、大島登志一
2. 発表標題 積層式導光プリズムによる疑似空中像型タンジブルユーザインターフェースの研究
3. 学会等名 情報処理学会 インタラクティブシンポジウム2024
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Toshikazu Ohshima, Saina Matsui, Mizuki Yamane, Katsuhito Muroi, Chihiro Sakai
2. 発表標題 MR BLS Trainer: A physical mixed reality CPR+AED rescue simulator
3. 学会等名 Laval Virtual 2024 ReVolution #Research (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 大島登志一
2. 発表標題 MRの医療応用
3. 学会等名 第50回日本集中医療学会学術集会医工連携企画展示
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 渡邊朱莉、大島登志一
2. 発表標題 Haptomap: 力触覚を利用したインタラクティブな地理学的学習教材の研究
3. 学会等名 情報処理学会インタラクションシンポジウム2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Toshikazu OHSHIMA
2. 発表標題 HoloBurner
3. 学会等名 Laval Virtual 2022, ReVolution #Research Demo (on-line) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 渡邊竜、大島登志一
2. 発表標題 電子ブロックと投影型ARを用いた「電流・電圧」分野のインタラクティブ理科教材の研究
3. 学会等名 情報処理学会エンタテインメントコンピューティング2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 渡邊竜、大島登志一
2. 発表標題 CAMEL：電子ブロックと投影型 AR を用いて電気の基礎を学ぶインタラクティブ理科教材の研究
3. 学会等名 情報処理学会インタラクシオン2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山本知沙、大島登志一
2. 発表標題 ImayohClay: 粘土型インタフェースを用いた色と言葉に親しむための AR 教材
3. 学会等名 情報処理学会インタラクシオン2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Toshikazu Ohshima, Kai Nishimoto
2. 発表標題 HoloBurner: Mixed Reality Equipment for Learning Flame Color Reaction by using Aerial Imaging Display
3. 学会等名 SIGGRAPH ASIA 2021 Emerging Technology (国際学会)
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 Ryo Watanabe, Toshikazu Ohshima
2. 発表標題 CARAMEL: Physical Mixed Reality Circuit Simulator for Learning of Electricity Basics
3. 学会等名 Laval Virtual 2022 ReVolution #Research (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Chisa Yamamoto, Toshikazu Ohshima
2. 発表標題 Mixed Reality Tools for Exploring Japanese Traditional Colors by Using Clay Interface
3. 学会等名 Laval Virtual 2022 ReVolution #Research (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ryo Watanabe, Toshikazu Ohshima
2. 発表標題 CARAMEL: Physical Mixed Reality Circuit Simulator for Learning of Electricity Basics
3. 学会等名 SIGGRAPH ASIA 2021 Exhibition (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Chisa Yamamoto, Toshikazu Ohshima
2. 発表標題 Mixed Reality Tools for Exploring Japanese Traditional Colors by Using Clay Interface
3. 学会等名 SIGGRAPH ASIA 2021 Exhibition (国際学会)
4. 発表年 2021年

## 〔図書〕 計1件

1. 著者名 大島登志一	4. 発行年 2024年
2. 出版社 科学情報出版社	5. 総ページ数 242
3. 書名 3D映像制作のための基礎からわかるMR（複合現実）～リアルとバーチャルの融合技術～	

## 〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 穿刺手技補助システム、穿刺補助画像生成装置及び穿刺補助画像生成方法	発明者 大島登志一、中本達夫	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2022-126576	出願年 2022年	国内・外国の別 国内

## 〔取得〕 計0件

## 〔その他〕

大島研究室研究成果報告URL OhshimaLab-Ritsumei <a href="https://scrapbox.io/OhshimaLab-Ritsumei/">https://scrapbox.io/OhshimaLab-Ritsumei/</a>
---

## 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
---------	---------