

令和 6 年 6 月 15 日現在

機関番号：33108

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K02786

研究課題名（和文）xR教材の制作を通じて実践するプロジェクト型教育

研究課題名（英文）Project-based Learning based on the Building of xR Learning Materials

研究代表者

山岸 芳夫（Yamagishi, Yoshio）

新潟工科大学・工学部・教授

研究者番号：60290087

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）：この研究で我々は教育プロジェクト「xR教材開発プロジェクト」の立ち上げを行い、これまで2年間運営を行ってきた。この2年間で合計10個の多種多様な教材が作成され、それぞれ教育効果の検証も行い、それなりの効果が認められた。一方、それらの教材でUI/UXについて難点が指摘されることが多く、その改善を試みる研究も行われた。その結果、教育効果の向上は認められなかったものの、UI/UXについては難点の指摘が激減したため、改善されたと考えられる。今後はプロジェクトそのものの教育効果の定量化や、制作された教材とMoodleなどの学習管理システムとの連携などが課題として挙げられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

コロナ禍で我々は、大学に通えない状況で学生が手作業を伴う実験、実習科目の運営が困難となる状況を体験した。現在はかなり好転してはいるものの、再びパンデミックの状況が発生する可能性も十分考えられる。そのような状況でもxRによるシミュレーション教材を使えば、ある程度現実の実験、実習作業に近い形で体験学習が可能となる。この研究で我々はそのようなシミュレーション教材を制作する手法を構築し、なおかつそれを先輩学生が後輩学生を指導する形で継承していくプロジェクト活動を提案、実践した。その結果2年間で10個の教材が制作され、プロジェクトを持続可能にする「スキルの継承」のスタイルを確立することができた。

研究成果の概要（英文）：In this study, we launched the education project ‘xR Teaching Material Development Project’ and have been operating it for the past two years. During these two years, a total of 10 diverse educational materials have been created, and the effectiveness of each has been verified, with some degree of effectiveness recognized. On the other hand, many difficulties related to UI/UX have been pointed out in these materials, and research has been conducted to improve them. As a result, although there was no improvement in educational effectiveness, the number of UI/UX issues pointed out has significantly decreased, suggesting its improvement. Challenges for the future include quantifying the educational effectiveness of the project itself and integrating the created materials with learning management systems such as Moodle.

研究分野：教育工学

キーワード：プロジェクト型教育 xR VR 教材開発 PjBL

1. 研究開始当初の背景

現在 xR (VR (Virtual Reality: 仮想現実) AR (Augmented Reality: 拡張現実) MR (Mixed Reality: 複合現実) SR (Substitutional Reality: 代替現実) といった技術の総称) が大きく注目を集めており、様々な可能性が盛んに喧伝されている。教育面においてもその有効性が指摘されているが、具体的な事例は未だ数少なく、手法も確立していない。

このような状況の一因としては、xR で利用できる教材の不足が挙げられる。

xR で用いられるのは 3DCG オブジェクトであり、制作に専用のアプリケーションとそれを使う技術が必要であるため、それほど簡単に制作できるわけではない。しかし、立体構造を直観的に把握できる xR 教材は、特に機械工学や自然科学などの分野で有用性が高いと考えられる。

加えて、昨今のコロナ禍により多くの大学で対面授業による実験・実習が行えなくなったため、その代替としてこのような xR によるシミュレーションが非常に注目されている。コロナ禍は未だに完全収束の兆しは見え、収まったとしても今後同様のパンデミックが起こることも十分考えられる。さらに、今回のコロナ禍によって大学教育のオンライン化が強制的に促進された、という側面もあり、いずれにしても今後とも xR 教材に対するニーズは持続すると期待できる。

我々は現在、VR 環境内で誰もがいつでもどこでも PC 組み立てを仮想的に体験できるようなシミュレーション教材や、様々な角度から様々な生物を閲覧できる AR 生物図鑑、VR 環境で著マナーを学ぶ教材など、VR や AR を用いた教材の開発を行っている。

このような教材制作の際に最も時間を要するのが、様々な物体を 3D モデル化する作業である。これには 3D モデリングツールとそれを駆使する技術が必要になるが、ツールは一般的に高価であり、またそれを十分に使いこなす技術の習得にもそれなりに時間がかかる。

しかし、申請者が(当時)所属していた金沢工業大学 メディア情報学科では、そのようなツールの使用法を学ぶ科目があり、ほとんどの学生が履修している。また、モデリングツールも、現在主流として用いられている Autodesk 社の Maya および 3ds max は、学生・教員・教育機関であれば完全に無料で利用可能であるため、導入も容易である。

よって本研究では、学科横断型の xR 教材制作プロジェクト活動を実践することで、コロナ禍においてニーズが急激に高まっている xR 教材を迅速に制作、供給すると共に、制作に携わる学生に対する教育効果も検証する。研究が予定通り進めば、xR 教材と Moodle などの学習管理システムとの連携も目指す。

2. 研究の目的

本研究の目的は、xR 教材の制作・供給とその制作過程における教育効果の検証である。xR を応用した教育そのものが未だ発展途上の分野であるが、申請者の研究グループは xR 教材制作のノウハウを十分蓄積している。特に、現在 Unity や Unreal Engine と言った、PC やモバイルなど複数のプラットフォームに対応した xR ゲームを比較的簡単に作成できる環境が整っており、申請者の研究グループでは、これらを用いた教材制作について多数の経験を有している。

また、申請者は 2006 年より IT を利用した地域活性化を目指す「CirKit プロジェクト」という学科横断型の教育プロジェクトを運営しており、プロジェクト型教育(Project-Based Learning:PjBL)の実践経験も豊富である。xR 教材制作およびプロジェクト教育活動の両面についてこれだけの実績を持っている研究グループは、他に例を見ないと考えられる。

このプロジェクト活動では様々な学科の学生による参加を念頭に置いており、制作された教材がそれぞれの学科で使用されることを前提としている。他学科の学生は 3D モデリングに携わるのは困難であるとしても、本学科の学生は当然他学科の学習内容については詳しくないため、教材のディレクティングはそれを使用する学科の学生に任されることになる。ディレクティングにはその分野に対する深い理解が必要になるため、必然的に本学科の学生のみならず、他学科の学生も専門分野を学習せざるを得ない状況が与えられる。従って、本研究では様々な学科の学生にそれぞれの専門分野の学習が促されると期待できる。

3. 研究の方法

・ 2021 年度

(1) xR 教材開発プロジェクトの立ち上げ

この年度より開始された新潟工科大学(以下本学)の「&バリュープログラム」の一環として「xR 教材開発プロジェクト」を立ち上げた。初代のメンバーは次年度に申請者の研究グループに所属が決まっていた 3 年生 5 名のみであり、後期よりゼミ形式でインストラクショナルデザインとモデリングツール(Maya)およびゲームエンジン(Unity)の操作の習得を目指した。

・ 2022 年度

(1) xR 教材の制作

この年度より約 20 名の 1～3 年生がプロジェクトに加わり、初代のメンバーが新人に指導することでノウハウの継承を図った。

モデリングツールが Maya から Blender に移行したため、初代メンバーは前期は Blender と Unity について新人に指導し、並行して共同制作と個別制作を行った。

(2) 研究発表

新潟工科大学で行われた教育システム情報学会第 47 回全国大会にて、5 名の初代メンバー全員が現在制作中の教材について発表を行い、貴重なフィードバックを得ることができた。

・ 2023 年度

(1) xR 教材の制作

前年度同様、様々な学科で利用される xR 教材の制作を行った。この年度は 4 年生が 8 名おり、新たに新人メンバーが 10 人ほど加わった。先輩メンバーが新人を指導するスタイルがここに来て確立されたと言える。

(2) 研究発表

前年度同様、近畿大学で行われた教育システム情報学会第 48 回全国大会にて、6 名のメンバーが自身の研究について発表を行った。

4 . 研究成果

2021 年度は申請者自身の異動があり、研究室が持てなかったためにほぼ準備期間となっている。しかしこの期間でプロジェクト活動が学内の&バリュープログラムの一環として正式に立ち上がり、5 人の初代メンバーに対しインストラクショナルデザインと各種ツールの使用方法について輪講形式で修得させている。その結果、次年度以降、後輩に対して先輩が指導を行うスタイルを確立することが出来た（図 1）



図 1：プロジェクト活動の風景

2022 年度はようやく研究室が稼働し、5 つの教材を開発することができた。以下では代表的な 3 つの研究について成果を紹介する。なお、いずれの研究も実世界で実行する場合は大なり小なり危険が伴うシチュエーションであるが、そのような場合でも全くダメージなしに体験できる、という VR の特性を存分に活かした内容となっている。

(1) VR を用いたキャンピング器具の安全な操作方法を学ぶ教材[1]

本研究では、キャンピング器具の安全な取扱いにおける最低限のスキルを独学できる教材を開発した。ただし今回はガスバーナーの安全な使用方法の学習を対象を絞り込んでおり、正しいガスボンベの選択から調理、ガスバーナーの収納に至る 12 ステップを VR 空間内で学習できる（図 4、5）。

開発後に行った検証実験で、10 人の参加者全員が事前テストに比べ事後テストの点数が向上したことが分かった。またアンケートの結果によると、学習内容については概ね好評であったが、UI の再現度が低く不満を感じた参加者が多かったことが明らかになった。

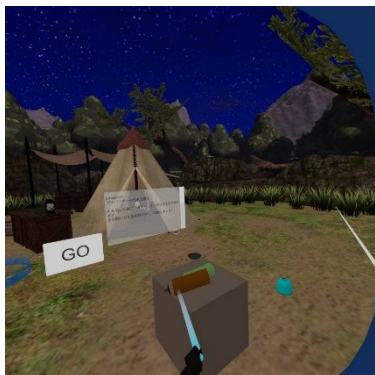


図 4：教材全景



図 5：調理画面

(2) 炎色反応実験をシミュレートする VR 教材システムの開発[2]

炎色反応は化学実験の中でも分かりやすく印象的であり、特にアルコールに金属粉を混ぜて霧吹きでバーナーに吹きかける実験は、かなり見た目が派手でインパクトに富んでいる。しかしこれを実際に行うとなると、火災の危険を伴い非常に危険である。

本研究ではそのような霧吹きによる炎色反応実験を VR 空間内でシミュレートする教材システムの開発を行った(図6, 7)。この教材では7種類の金属による炎色反応を体験でき、さらにガスバーナーの操作も習得することが出来る。

開発後に行った検証実験では、ほとんどの参加者が事前テストに比べ事後テストの点数が向上していた。アンケートも概ね高評価であったが、説明の内容が多く見づらい、と言った指摘が散見された。

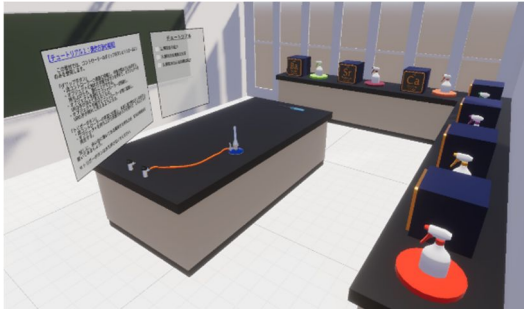


図6：教材全景

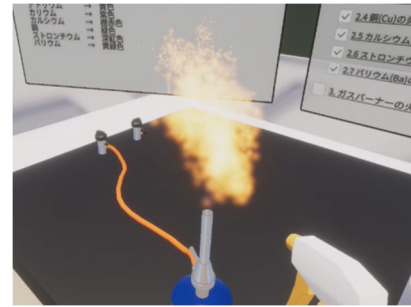


図7：ナトリウムの炎色反応

2023年度は新たに5つの教材が開発され、さらに前年度の教材を改善する研究も1件行われた。これらの内、代表的なものを以下に2件紹介する。

(1) 日本の伝統色とその製法について学ぶ VR 教材[3]

昨今、日本の伝統文化・技術の衰退や継承者不足が問題視されている。日本の文化や伝統を構成する要素や特徴として形、模様やデザイン、動き、材料、色、といった要素が挙げられるが、本研究では若者に日本の伝統や文化に興味を持ってもらう足掛かりとして、伝統色に注目して教材を作成した(図8, 9)。

この教材は2つのパートに分かれており、一つは「色探し」で、色の名前の由来となった植物、動物を探すことで伝統色について学んでいく。もう一つは「染料作り」で、ベニバナ色素の伝統的な抽出方法が体験できる。

開発後に行った検証実験の結果、「染料作り」では事前テストと事後テストの結果に有意差($p < .05$)があることがわかった。しかし、「色探し」では逆に事後テストの方が点数が低くなっているものも見受けられた。アンケートの結果も概ね好評であったが、25%の参加者がVR酔いを感じたことが分かった。

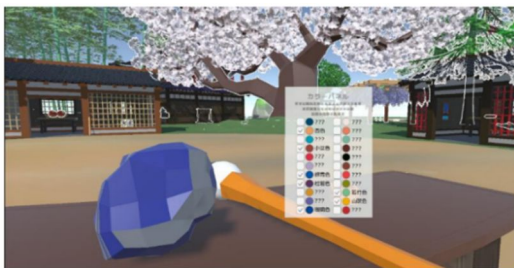


図8：「色探し」の画面

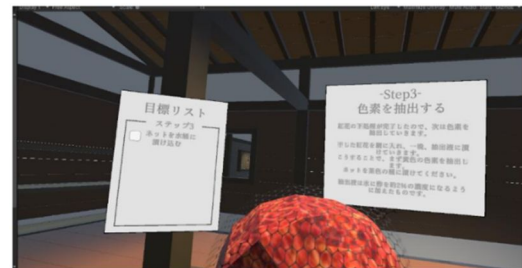


図9：「染料作り」の画面

(2) 認知科学の知見に基づく VR 教材の UI/UX 改善[4]

本研究では、先行研究[1], [2]で指摘されていた UI の問題点の改善を、認知科学の知見に基づいて行った。両研究で共に挙げられていたのが、単調な文字だけで説明が行われており操作方法や重要な情報がすぐに認識できない、ということだった。実際の説明画面(図12左)を見ると、確かに分量が多く認知負荷が高くなっていると考えられる。そのため、1ページ当たりの内容を絞り込み、重要な部分は色を変えたり下線を付加したりすることで強調を行った。

改善後に改善前の研究と教育効果の差を検証したところ、有意差はなかったものの、若干の改善が認められた。さらに、アンケートの結果でUI/UXの問題点の指摘が激減したことから、本来の目的であるUI/UXの改善は果たされたと考えられる。

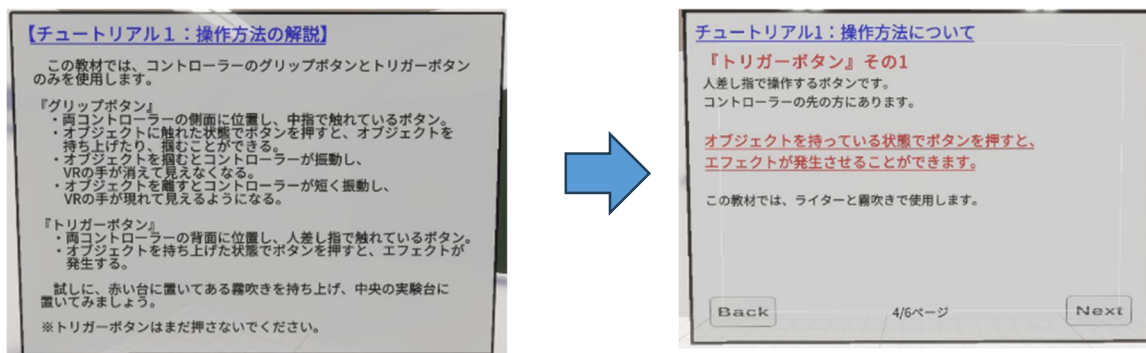


図 12：説明画面の改善

これら以外にもプロジェクト全体で「学内の避難訓練シミュレーション」の制作に取り組んでいるが、これは2024年内に完成の予定であり、現在本学が展開しているメタバースとの連携も視野に入れている。2024年度以降も「xR教材開発プロジェクト」は継続されていく予定であり、プロジェクトそのものの教育効果の検証や、制作された教材とMoodleなどの学習管理システムとの連携が今後の課題となる。

参考文献

[1] 諸富遥, 山岸芳夫, VRを用いたキャンピング器具の安全な操作方法を学ぶ教材、教育システム情報学会 第47回全国大会 講演論文,
<https://www.jsise.org/taikai/2022/program/contents/pdf/E4-3.pdf> (Retrieved June 15, 2024)

[2] 南睦樹, 山岸芳夫, 炎色反応実験をシミュレートするVR教材の開発、教育システム情報学会 第47回全国大会 講演論文,
<https://www.jsise.org/taikai/2022/program/contents/pdf/E3-2.pdf> (Retrieved June 15, 2024)

[3] 小山流輝, 山岸芳夫, 日本の伝統色とその製法について学ぶVR教材、教育システム情報学会 第48回全国大会 講演論文,
<https://www.jsise.org/taikai/2023/program/contents/pdf/D1-3.pdf> (Retrieved June 15, 2024)

[4] 廣瀬翔一, 山岸芳夫, 認知科学の知見に基づくVR教材のUI/UX改善、教育システム情報学会 第48回全国大会 講演論文,
<https://www.jsise.org/taikai/2023/program/contents/pdf/D1-1.pdf> (Retrieved June 15, 2024)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計12件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Tomoki Minami and Yoshio Yamagishi
2. 発表標題 Development of VR Learning Contents to simulate Flame Reaction Experiments
3. 学会等名 EdMedia 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 廣瀬 翔一, 山岸 芳夫
2. 発表標題 認知科学の知見に基づく VR 教材の UI/UX 改善
3. 学会等名 教育システム情報学会 第48回全国大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小山 流輝, 山岸 芳夫
2. 発表標題 日本の伝統色とその製法について学ぶ VR 教材
3. 学会等名 教育システム情報学会 第48回全国大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 三代澤 凧, 山岸 芳夫
2. 発表標題 アロマセラピーの手法を学ぶ VR 教材
3. 学会等名 教育システム情報学会 第48回全国大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山本 侑人, 山岸 芳夫
2. 発表標題 VR を用いた弓道学習支援システム
3. 学会等名 教育システム情報学会 第48回全国大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 矢部 朋載, 山岸 芳夫
2. 発表標題 音楽の基礎を学ぶシリアスゲームの開発
3. 学会等名 教育システム情報学会 第48回全国大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大久保 諒成, 山岸 芳夫
2. 発表標題 小説（シナリオ）の作り方を学ぶシリアスゲームの開発
3. 学会等名 教育システム情報学会 第48回全国大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 南 睦樹, 山岸 芳夫
2. 発表標題 炎色反応実験をシミュレートする VR 教材の開発
3. 学会等名 教育システム情報学会 第47回全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 渡辺 修斗、山岸 芳夫
2. 発表標題 VR で学ぶ電気回路の動作
3. 学会等名 教育システム情報学会 第47回全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 風間 蒼斗、山岸 芳夫
2. 発表標題 VR を用いた雪道での安全運転シミュレーション教材の開発
3. 学会等名 教育システム情報学会 第47回全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 諸富 遥、山岸芳夫
2. 発表標題 VR を用いたキャンピング器具の安全な操作方法を学ぶ教材
3. 学会等名 教育システム情報学会 第47回全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 北村 和輝、山岸 芳夫
2. 発表標題 VR を用いた立体錯視教材の検討
3. 学会等名 教育システム情報学会 第47回全国大会
4. 発表年 2022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
---------	---------