

令和 5 年 6 月 21 日現在

機関番号：20106
 研究種目：基盤研究(C)（一般）
 研究期間：2018～2022
 課題番号：18K02905
 研究課題名（和文）多様化する学習者を意識した先進技術を含むデジタル教科書用コンテンツの開発と検証

研究課題名（英文）Development and validation of the content for digital textbooks, including advanced technologies, with an awareness of diverse Learners

研究代表者
 曽我 聡起（Toshioki, Soga）
 公立千歳科学技術大学・理工学部・特任教授

研究者番号：30279476
 交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、日本の教育環境にタブレット端末の支給やそのコンテンツとしてデジタル教科書の配布が実現しつつあった2018年の社会状況を背景としていた。その後、COVID-19への対応により教育は対面式からデジタル端末とネットワークを利用するオンライン方式が導入された。特に、教育現場におけるネットワークの普及は、Webなどによるデジタルコンテンツの配信と利用に変化した。一方、我々が実証実験で示したように、ARやVRなどのコンテンツの教材利用に関しては、小学校における複式学級のような多様な学習者への対応や授業様式に取り入れることにより、学習者の内発的モチベーションを高める効果があることを確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、ARやVRなどのデジタル教材を教育に用いることが、多様な学習において内発的モチベーションを高めるものであることを示した。ARの実証実験では、地域学習などにおいて、過去の事物を学習者の現実環境にて実物大で体感できることを示し、このことは、これまでの紙と鉛筆による学習では得難いものである。我々はこうしたデジタルコンテンツを統一された操作環境であるデジタル教科書を通じて配信することを想定していたが、開発ツールの提供が停止するなど、想定とは異なる事態となった。我々の実証実験では、教育現場においては、こうしたUIの異なるツールへの対応が学習者の負担となる可能性について示すことができた。

研究成果の概要（英文）：This study was conducted against the background of the social situation in 2018, when the provision of tablet devices and the distribution of digital textbooks as content were realized in the Japanese educational environment. Subsequently, in response to COVID-19, education has shifted from a face-to-face approach to an online approach using digital terminals and networks. In particular, due to the diffusion of networks in education, teaching method has changed to the distribution and use of digital content via the Web and other means. On the other hand, as we have shown in our demonstration experiment, the use of AR and VR content as teaching materials is effective in increasing the intrinsic motivation of learners by incorporating them into the new teaching styles and closely coping with diverse learners in class such as in the combined class in elementary schools.

研究分野：情報工学

キーワード：デジタル教材 AR VR UI 内発的モチベーション

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

本研究は、日本の教育環境にタブレット端末の支給やそのコンテンツとしてデジタル教科書の配布が実現しつつあった 2018 年の社会状況を背景としていた。

また、その COVID-19 への対応により教育は対面式からデジタル端末とネットワークを利用するオンライン方式が導入されたが、研究を行った当初は、授業におけるインターネットや端末の活用は、今後の課題とされていたのが実態であった。また、少子化などにより地方によっては、複式学級の導入が進む中、プログラミング教育や英語教育などの新たな取り組みが始まったのもこの時期である。特に、デジタル端末は 2010 年の iPad の登場以降、タブレット端末の利活用が教育現場において注目された。特に、デジタル教科書はタブレット端末との相性も良く、利用が期待されていた。ただし、日本の国内事情、特に検定教科書との関係においては、デジタル教科書の内容は紙の教科書に準じることが求められた。これは、デジタル教科書の機能を限定するものであり、教育を従来の紙と鉛筆による授業様式の枠に留めるものであった。

我々は、タブレット端末において統一された操作 UI を提供できるデジタル教科書と、そのコンテンツとして、比較的容易に提供可能な AR (拡張現実) や VR (仮想現実) など、紙の資料を前提とする体験とは異なる教育体験の提供が可能であることを研究の背景とした。

2. 研究の目的

研究開始時点における教育のデジタル端末利用状況を踏まえて、デジタル教科書に代表される多様性のあるデジタルコンテンツが、多様な学習者を前提とした教育環境においてその有効性を検証することを目的とした。

3. 研究の方法

本研究は、タブレット端末とそれにインストールされたローカルファイルとして、インターネット接続を限定した環境下における利用を実証実験により検証する方法を採用した。そのために、AR や VR などの多様な教材を利用できるように、独自のデジタル教科書を作成した。これを、少人数複式学級を採用する小学校と共同して、地域学習で学習者にタブレット端末で利用して、主に発話法や感想、行動観察に基づき評価する方法を採用した。また、多様なコンテンツの事例として、漫画表現を用いたコンテンツや、AR コンテンツの制作体験を提供した。特に、こうしたデジタル教材が学習者のモチベーションに与える影響について、内発的モチベーションの 3 要素である自律性、有能感、関係性に着目して観察した。一方、作成したデジタル教科書を用いて、タスク達成度を計測するユーザビリティテストを行った。

本研究活動は、基本的にデジタル教科書とそのコンテンツとして AR や VR などの実装を行い、多様な学習者を対象とした授業実践とその評価を行うこととした。最初に「支笏湖山線はかせになろう」(2020.9) という活動を行った。この活動は、我々が作成したデジタル教科書(デジタル教材)を、千歳市立支笏湖小学校の児童が iPad で操作しながら、支笏湖ビジターセンター(環境省)内の展示物を参考にクイズを答える、という活動を行った。デジタル教科書には、インタラクティブなクイズなどのほかに、VR 動画コンテンツを掲載した。これらのコンテンツをスマホ、タブレットで YouTube アプリを用いて再生すると、センサーによるジャイロ効果で VR 体験が可能である。普段は行けない危険な川底の様子をデジタル教科書を使うことによる体験を提供し川底に咲く、千歳梅花藻という希少な植物を観察する体験を提供した。また、AR 体験を提供する Web サービス Vectary を利用した AR コンテンツも掲載しました。我々が作成した 3D オブジェクトを、Vectary のサービスを介することにより、スマホやタブレットで表示することが可能であり、明治時代に、地元の鉄橋を渡っていた蒸気機関車を実物大で体験することができる。

なお、デジタル教科書は Apple のデジタル書籍作成アプリである iBooksAuthor を用いて開発した。iBooks Author は、動画、静止画をはじめ 3D オブジェクトや Web アプリケーションなど、様々なリッチコンテンツを統一した UI で提供可能な優れたツールである。本事例では、鳥の鳴き声を再生しクイズで解答するページを編集するなどした(iBooksAuthor は 2020 年に提供終了)。

2021 年 10 月「みんなで作ろう! 支笏湖で会える「ゆるキャラ」ずかん」(2021 年 10 月 5 日実施)を行った。この活動では、児童たち自らが AR 動画コンテンツを作成し、その内容を発表する活動だった。活動の前日には、この活動の目的として「身の回りの自然について楽しく学ぶ」ことを多様な表現手段の例として漫画資料を配布することで児童らに伝えた。これは、本活動に参加する多様な学習者(1 年生から 6 年生)に学習の意図を伝えるための工夫であり、リッチコンテンツの応用である。また、最後の発表では、1 年生から 6 年生まで個々に異なる結果を披露した。

4. 研究成果

本研究により、AR や VR などのデジタル教材を教育に用いることが、多様な学習において内発

的モチベーションを高めるものであることが示された。ARの実証実験では、地域学習などにおいて、過去の事物を学習者の現実環境に実物大で体感できることを示した。当時、対象校の付近を走っていた蒸気機関車をARで自分の環境で体験した小学生にとって、そのサイズ感を実感することができた。このことは、これまでの紙と鉛筆による学習では得難いものである。また、小学生たちが周辺の生態系サービスを体感してデザインしたARによる架空の生物のアニメーションも、既存のメディアによる体感とは異なる印象を与えた。いずれの場合においても、内発的モチベーションの3要素である自律性、有能感、関係性に関与する影響を与えたことが、活動後の感想などを通じて確認することができた。

文部科学省もこうしたAR機能の有効性について、学校における先端技術活用ガイドブックで次のように言及している。すなわち、期待される分野としては、

- 空間をより具体的に認識できる
- 考えの深まりや表現の広がりにも寄与する

として具体的には、

- 現実感をもった体験をすることができる
- 積極的に学習に取り組みやすくなる

と述べている。これにより、「現実感をもった体験をすることができ」たり、「積極的に学習に取り組みやすくなる」と考えているのである。

確かに、上述したAR体験などは、こうした期待に応えることができる。我々が取り組んだ「支笏湖山線はかせになろう」の取り組みでAR教材を交えたことにより、多様な学習者に対して、持続するモチベーションを提供できた。

一方、我々はこうしたデジタルコンテンツを、統一された操作環境であるデジタル教科書を通じて配信することを想定していたが、開発ツールの提供が停止するなど、想定とは異なる事態となった。そこで、我々の実証実験では、教育現場においては、こうしたUI(ユーザ・インターフェース)の異なるツールへの対応が学習者の負担となる可能性について示すことができた。研究活動のために作成したデジタル教科書を用いて行ったユーザビリティテストの結果、多様なコンテンツを含むデジタル教科書自体やコンテンツ提供サービス独自のUIが操作性に影響していることがわかった。今後、多様なデジタルコンテンツを、それぞれの配信サービスを用いて利用する場合は、事前に十分なテストを実施することが肝要であり、UIに対応したトレーニングを提供するツアーなどを準備する必要があることがわかった。

このように、研究の背景が大きく変化する中で実施した研究であったが、期間延長を伴いながら、環境変化を汲み取りつつ、多様なデジタル教材を多様な教育環境の中で利用することの有効性の一端を検証することができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4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 1件）

1. 著者名 曾我 聡起、中原 敬広、布施 泉、川名 典人	4. 巻 7
2. 論文標題 自作デジタル教科書におけるVRビューサービスの利用に関する考察	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本デジタル教科書学会発表予稿集	6. 最初と最後の頁 71～72
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20755/jsdtp.7.0_71	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 西島 花音、川名 典人、布施 泉、曾我 聡起	4. 巻 8
2. 論文標題 授業内容の漫画化が学習者のモチベーションに及ぼす効果の研究	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本デジタル教科書学会発表予稿集	6. 最初と最後の頁 81～82
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20755/jsdtp.8.0_81	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 伊藤 優、曾我 聡起	4. 巻 8
2. 論文標題 ビジュアル型言語からテキスト記述型言語への移行を意識したプログラミング教育支援教材の提案	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本デジタル教科書学会発表予稿集	6. 最初と最後の頁 83～84
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20755/jsdtp.8.0_83	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 西島 花音、川名 典人、布施 泉、曾我 聡起	4. 巻 9
2. 論文標題 デジタル漫画教材における学生支援に関する構成要素の考察	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本デジタル教科書学会発表予稿集	6. 最初と最後の頁 19～20
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20755/jsdtp.9.0_19	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9件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 曾我聡起, 川名典人
2. 発表標題 拡張現実を利用した学習意欲を満足させる体験型学習に関する報告
3. 学会等名 PCカンファレンス北海道2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西島花音・曾我聡起
2. 発表標題 教育教材と教育補助教材に関するデジタル漫画の構造的差異の考察
3. 学会等名 コンピュータ利用教育学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 曾我聡起・西島花音・川名典人・布施泉
2. 発表標題 授業中作成する作業支援用デジタル漫画を用いた 講義およびデジタル教科書に関する検討
3. 学会等名 コンピュータ利用教育学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西島花音・川名典人・布施 泉・曾我聡起
2. 発表標題 授業内容の漫画化が学習者のモチベーションに及ぼす効果の研究
3. 学会等名 日本デジタル教科書学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西島花音・川名典人・布施泉・曾我聡起
2. 発表標題 三人称視点で作成する 授業内容に関する デジタル漫画教材に 関する研究
3. 学会等名 コンピュータ利用教育学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤優・曾我聡起
2. 発表標題 ビジュアル型言語からテキスト記述型言語への移行を意識したプログラミング教育支援教材の提案
3. 学会等名 日本デジタル教科書学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 曾我聡起, 中原敬広, 川名典人, 布施泉, 中村泰之
2. 発表標題 「本当にインタラクティブなデジタル教科書」の改善と効果的な利用に関する実践報告
3. 学会等名 コンピュータ利用教育学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 曾我聡起, 中原敬広, 川名典人
2. 発表標題 オフライン型VRビューコンテンツを用いた 自作デジタル教科書の試作に関する報告
3. 学会等名 コンピュータ利用教育学会北海道支部
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 曾我 聡起、中原 敬広、布施 泉、川名 典人
2. 発表標題 自作デジタル教科書におけるVRビューサーブスの利用に関する考察
3. 学会等名 日本デジタル教科書学会発表予稿集
4. 発表年 2018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
研究分担者	川名 典人 (Kwana Norihito) (50295929)	公立千歳科学技術大学・理工学部・客員教授 (20106)	

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
---------	---------