

平成22年3月31日現在

研究種目：基盤研究（B）
 研究期間：2007～2009
 課題番号：19300265
 研究課題名（和文）原爆への科学技術的認識を育てる VR 教材の開発と遠隔授業実践
 研究課題名（英文）Development of VR material in order to educate scientific and technological recognition about atomic bomb, and practice of distance class using that material
 研究代表者
 藤木 卓 (FUJIKI TAKASHI)
 長崎大学・教育学部・教授
 研究者番号：00218992

研究成果の概要（和文）：本研究では、原爆への科学技術的認識を育てることを意図した VR(Virtual Reality)技術を活用した学習環境を構築し、それを用いた遠隔授業実践を行うことを目的として研究を行った。その結果、携帯端末との連携を図る VR 学習環境及び、それを遠隔地から操作するとともにテレビ会議映像の立体視伝送を行う環境を開発することができた。そして、これらの環境を用いた授業実践を行い効果を確認するとともに、今後の課題を把握することができた。

研究成果の概要（英文）：In this study, a learning environment was constructed using VR technology in order to educate scientific and technological recognition about atomic bomb, and some classes, including distance class, were practiced with above learning environment. As the results, those were developed that the VR environment for learning collaborating with cellular phones and the distance VR environment to realize controlling the VR and transmitting the stereo-scopic vision of TV conference movie. Therefore an effect was confirmed through some learning classes with those environments, and a problem was found to be solved.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	8,900,000	2,670,000	11,570,000
2008年度	3,100,000	930,000	4,030,000
2009年度	3,800,000	1,140,000	4,940,000
年度			
年度			
総計	15,800,000	4,740,000	20,540,000

研究分野：教育工学，技術教育

科研費の分科・細目：科学教育

キーワード：科学的社會認識，原爆，VR，教材開発，遠隔授業

1. 研究開始当初の背景

原爆の科学的認識を支援する VR の教育利用に関しては、平成 16,17 年度萌芽研究採択

課題（遠隔授業におけるバーチャル時空間 GIS の有用性の検討，代表者：藤木卓）であり、その有用性は検証済みである（森田ほか、

簡易式没入型提示システムの効果的な利用に関する一検討, 日本教育工学会論文誌 29(Suppl.), 73-76, 2005)。

また, インターネットでの IP 伝送によるハイビジョン動画の伝送に関しては, 分担者の相原と近堂が第一人者である (近堂ほか, 高品質動画像伝送における FEC の性能評価, 情報処理学会論文誌 45(1), 84-92, 2004)。

さらに, 可搬型で高臨場感スクリーンによる映像投影 VR システムに関しては, 分担者の竹田が第一人者である (竹田仰 (2004) 2 面屈折型スクリーンの開発—移動できる大型映像装置を目指して—, 月刊誌画像ラボ, 15(8): 38-42, 日本工業出版, 東京)。

そして遠隔授業実践については, 代表者らは国内・国外 (韓国) での実績がある (藤木ほか, 高精細動画を用いた多地点接続による中学校間日韓遠隔授業の実践と評価, 日本教育工学会論文誌 29(3), 395-404, 2005, 藤木ほか: 携帯電話によるグループ別遠隔交流と多地点接続を用いた小学校道徳授業の実践, 日本教育工学会誌 26(Suppl.), 249-253, 2002)。

本研究課題の着想については, H16,17 萌芽研究 (遠隔授業におけるバーチャル時空間 GIS の有用性の検討, 課題番号 16650213, 研究代表者: 藤木卓) と, その資料収集に際して協力を得た長崎市原爆資料館等での被爆者との交流, H16-18 基盤研究(B) (遠隔国際交流の促進を図る提示教材の効果的多言語表示法の開発と伝送画質の評価, 課題番号 16300274, 研究代表者: 藤木卓), それに学位論文に関連するデジタル動画品質の向上と主観評価の研究結果 (藤木ほか, 画質の客観的評価値を用いた DV 動画による遠隔講義環境の検討, 教育システム情報学会論文誌 22(2), 89-99, 2005) から得た。

また, これまでの研究成果の発展としては, H16 萌芽研究では原爆に関する VR 映像を試作した。その仮想空間の没入感, 臨場感の高さと, 社会的反響 (TV 報道 8 回, 新聞報道 6 回) から, 再現範囲を拡大して科学技術的学習情報を埋め込み単独で公開可能な VR 教材「バーチャル浦上」の開発へ発展させることにした。併せて, 学校用スクリーンシステムと遠隔立体視ツールを開発し, 国内外からのハイビジョン映像による遠隔学習を可能にすることを目標とした。

2. 研究の目的

未来へ繋がる科学技術社会の構築には, 人類の過ち (科学技術の負の遺産) から学ぶ必要がある。本研究では, 長崎型原子爆弾の科学技術的情報を持つ唯一の被爆都市長崎が未来社会へ果たす役割として, 原爆に関するバーチャルリアリティ (以下, VR) 教材「バーチャル浦上」を開発して遠隔授業を実践し,

原爆の悲惨さと原爆への科学技術的認識を育て深めることを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 原爆 VR 教材による学習環境の開発と実践した学習の概要

① VR 学習環境

本研究では, 3DCG により開発した探索可能な仮想空間教材を VR 教材と呼び, VR 教材での探索と連動して携帯端末に情報提示が可能な Web 教材を携帯端末用学習システムと呼ぶ。そして, これら VR 教材と携帯端末用学習システムを合わせて VR 学習環境と呼ぶ。本研究で開発した VR 学習環境の基本構成を図 1 に示す。図中の VR 用 PC で生成された左右眼用の 3DCG 映像は, プロジェクタにより偏光フィルタを介して 3D 用スクリーンへ投影されるようにした。被爆直後の CG は, 2m × 5m のスクリーン半面に投影した。また現在の街並み CG は, 100 インチの反射型 3D スクリーンに投影した。どちらの CG も, 投影には DLP タイプのプロジェクタ (25001m) を使い, XGA (1024 × 768) の解像度でそれぞれのスクリーンに投影した。投影した 3DCG による仮想空間の探索には, 無線型のコントローラを使用した。また, 探索中に, 爆心地や溶けたガラスビン等の対象物に近づくと, 予め作成した対象物に関する詳細情報を携帯端末へ提示するようにした。探索者の位置情報は, 探索中に変化する探索者の位置と, 予め設定した対象物との位置の比較により判定

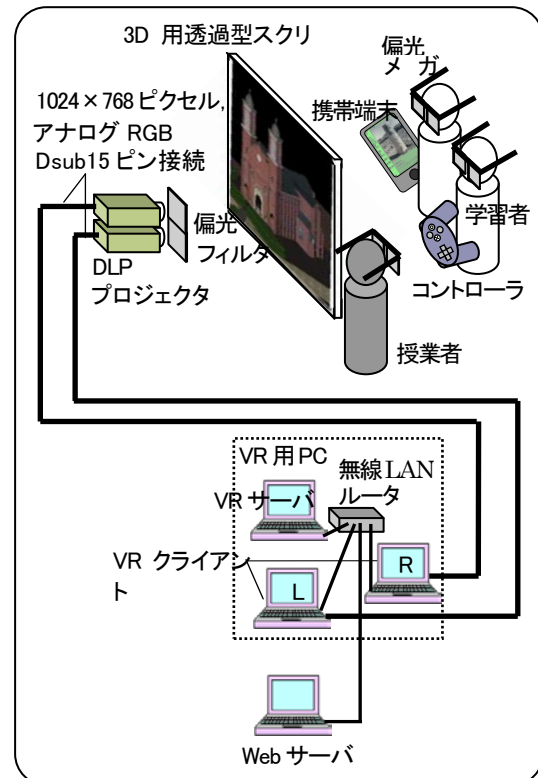


図 1 VR 学習環境の基本構成

した。そして、事前に構築した Web サーバのコンテンツを、無線 LAN 環境を介して携帯端末へ配信した。

②学習の概要

VR 教材を用いた授業では、原爆に関する学習を通して科学と技術、社会、そして平和に関する認識を総合的に育てることを意図している。そのため、以下の教材を準備した。

- ・探索可能な被爆直後の街並み (VR)
- ・探索可能な現在の街並み (VR)
- ・携帯端末による被爆関連情報 (Web 情報)
- ・調べ学習用エネルギー教育関連、原爆関連資料 (印刷物)

授業の最終的な目標は、「原子力の科学と技術と社会、平和との関わりについて、各自が理解を深め、意見を述べるができる」とし、50 分×4 回の授業で構成した。VR 学習環境は、4 回中の 1 回だけで用いた。授業は、長崎大学教育学部附属中学校の総合的な学習の時間で特別に編成された 2、3 年生混合の 3 クラスを用いて行った。また、システムの評価は没入感・奥行き感や携帯端末での表示等に関する 17 項目について、4 件法により行った。科学技術的認識の評価は、授業中に用いたワークシートや事前・事後の評価テストにより行った。

(2)原爆 VR 教材と遠隔地伝送ツールを用いた学習環境の開発と実践した学習の概要

①VR 教材と遠隔地伝送ツールでの学習環境

この環境では、図 1 の原爆 VR 教材の構成に加えて、ネットワーク伝送のための機材により構成した。学習環境の概念図を図 2 に示す。図は、VR 教材を長崎に設置し、講師が広島大から遠隔操作するとともに、講師映像を長崎へ伝送した際の構成を示している。図から分かるように、VR 教材の操作に用いる無線コントローラを広島大に設置したデバイスサーバへ接続し、操作の信号をネットワーク越しに長崎大設置の VR サーバへ伝送することで、遠隔操作を可能とした。

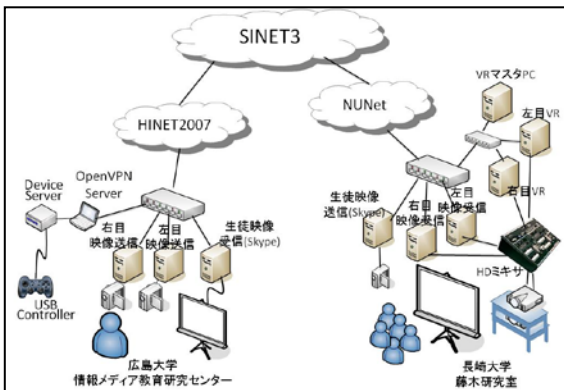


図 2 原爆 VR 教材と遠隔地伝送ツールを用いた学習環境

②学習の概要

本学習では、『原爆への思いを探る』をテーマとした。ここでの「原爆への思い」とは、被爆の事実（あるいは、被爆を物語る物）を守り残すことと、その事実を後世へ伝え続けることと捉えた。そして、広島原爆に関する NHK の放送番組の視聴を通して、広島平和記念資料館館長の思いを考えさせるとともに、広島原爆の象徴である「原爆ドーム」近辺で収集した画像で、広島の人々の原爆ドームに対する思いを紹介した。また広島大の先生や学生から、原爆ドームへの思いを聞いた。そして、長崎での原爆 VR の素材である溶けたビンや浦上天主堂の VR 映像を、広島溶けたビンや原爆ドーム画像と重ね合わせながら、長崎での人々の思いについて考えさせることとした。授業は、長崎大学の学生 12 名を対象として実施した。所要時間は 60 分であった。授業後に、映像や音声、授業の印象等に関する主観評価を 4 件法で行った。

4. 研究成果

(1) 研究の主な成果

①原爆 VR 教材による学習環境を用いた授業実践

実践した授業の例を図 3 に示す。

VR の操作及び携帯端末の操作に関しては、学習者の戸惑いはほとんど感じられなかった。これは、コントローラへの慣れや携帯端末への興味が影響していると思われる。また、いわゆる VR 酔いについては、気分が悪くなった時には偏光メガネを外したり視線をそらせるよう伝えておいたため、特に混乱は起きなかった。



図 3 被爆直後探索と携帯端末学習の例

また、学習者から得られた主観評価によるシステム評価の結果を、図 4 に示す。処理対象者数は、完全回答を行ったクラス 1 の 16 名と、クラス 2 の 26 名であった。

図 4 から、被爆直後 VR の「瓶」に関して、クラス 2 は 1 より 5%水準で有意に高い評価を得たことが分かる。クラス 1 と 2 は 5 日間

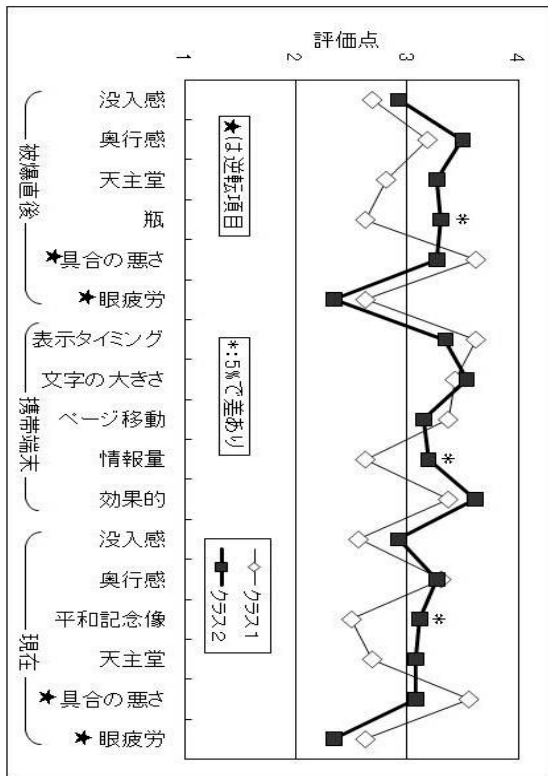


図4 VR学習環境の主観評価結果

の開きがあり、その間に瓶 CG の表現に関する改善結果が左右したものと考えられる。また、携帯端末の「情報量」に関して、クラス2は1より5%水準で有意に高い評価を得たことが分かる。この設問は、携帯端末のWebページに記載されている熱や爆風等に関する情報量が十分だったかを問うものであった。この点については、クラス1の授業時に閲覧対象に関する指示の不十分さが見られたことから、クラス2の授業ではこの点を改善したこと、VR探索時に支援スタッフが積極的な支援を行ったこと等で、評価が高くなったものと考えられる。さらに、現在のVRで探索して学習した「平和祈念像」に関して、クラス2はクラス1より5%水準で有意に高い評価を得たことが分かる。この点については、巨大建造物は接近するにつれて逆に視界に入らなくなったことから、クラス2では接近した際、探索モードを地上走行から飛行モードに変更した。それにより、近づいても祈念像全体を見上げることができ、評価が高くなったものと考えられる。この点は、今後、探索モードと対象物の見易さに関して、入念な検討が必要である。

②原爆 VR教材と遠隔地伝送ツールを用いた授業実践

実践した授業の様子を、図5に示す。

参加者から得た意見としては、次のようなものが見られた。

- ・とても面白く、授業に引き込まれた。テ



図5 遠隔VR授業実践の例

- レベ映像のとき音声聞き取りやすい時と聞き取りにくいときの差が激しかった。
- ・とても斬新な授業だった。遠隔授業でありながら近くにいる様な感覚もあり、教授とのイメージの共有もしやすく、とてもいい体験だった。
 - ・今回のような広島・長崎をセットにした学習は本当に意義あるものだと感じている。

画像や音声、授業の印象等に関する主観評価の結果を図6に示す。

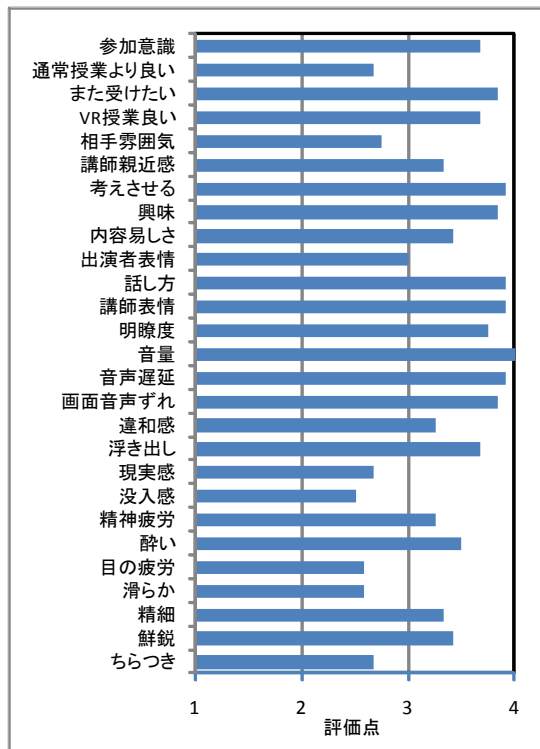


図6 遠隔VR授業の主観評価結果

図6から、音声関係や講師の表情や話し方、

授業内容への興味や考えさせられた、また受けてたい等に関する評価は高いことが分かる。一方、画面のちらつきや滑らかさ、没入感や現実感、目の疲労等については、2.5 程度の評価であることが分かる。授業内容としては、先に紹介したように意味のある授業だという評価が全体的な印象として得られるとともに、このような形態の授業も時々が良いという印象を持ったことが分かった。しかし、受講生からの声として、60 分間偏光メガネをかけて視聴する必要があったことで目の疲労度が高かったこと、映像の見せ方に工夫が必要なこと、講師の音声に比べてビデオ素材の視聴時に音声聞き取りにくい部分があったこと等が問題として挙げられる。

(2) 得られた成果の国内外における位置づけ

原爆 VR 教材による学習環境については、学会発表等でも好意的な意見が多かった。VR の教育利用は未開拓の分野であるため、まずはいろいろな教材の登場が待たれている印象を受けた。これは、VR 学習環境の構築が手軽で安価にできる状況には至ってないためであると考えられる。

一方、原爆を通して科学技術的な認識をどのように形成して行くかという部分については、科学と技術、社会、平和を総合的に扱う本研究のねらいは理解されたと言える。しかし、技術の授業ではどのようにデザインできるのか、教科の授業カリキュラムにどのように位置付けるのか等のカリキュラムデザインの点で、課題が残った。

(3) 今後の展望

偏光メガネを装着して見る 3D 映画の影響で、VR 教材そのものの開発や教育への活用は今まで以上に進むと思われる。また、実写映像に CG 等を重ね合わせて構築する AR (Augment Reality) 等の複合現実感技術が広がりを見せており、さらに幅の広い仮想現実感 (VR) 技術の教育への活用が見込まれる。そのために、一般性のある民生用の機材で比較的簡単に、しかも安価に実現できるシステム開発の必要度が増すものと考えられる。また、VR の何が教育のどのような側面に有効であるのかという VR に関する認知科学的側面の研究の進展も期待される。さらに、本研究のアプローチのように、VR に携帯端末やテレビ会議装置等を重ねて用いる遠隔 VR 教育等の VR 技術の応用的側面の研究の進展も期待される。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 6 件)

藤木卓, 左座智弘, 寺嶋浩介: 遠隔学習のための VR と実写の合成映像に関する主観評価, 日本教育工学会論文誌, 32(Suppl.), 157-160, 2008, 査読有り

森田裕介, 藤木卓, 寺嶋浩介: 遠隔講義を想定した立体映像教材の作成方法に関する検討, 日本教育工学会論文誌 32(Suppl.), 25-28, 2008, 査読有り

Yusuke Morita, Takashi Fujiki, Kosuke Terashima: Methods for Producing 3D Video Contents Suitable for e-Learning: A Pilot Study, ICCE2008 proceeding, 411-418, 2008, 査読有り

Kahori Kitahara, Takashi Fujiki, Satoshi Kobae, Kosuke Terashima, Yusuke Morita: Planning Class about VR Materials of Science Technology Education on Atomic Bomb, ICoME2008 proceeding, 1-4, 2008, 査読有り

藤木卓, 森田裕介, 寺嶋浩介 他 4 名: 原爆を題材とした VR 教材の開発と教育利用. 電子情報通信学会技術研究報告 ET2007-65, 57-62, 2007, 査読無し

森田裕介, 藤木卓, 寺嶋浩介: 効果的な二眼式立体映像教材に関する基礎的検討. 電子情報通信学会技術研究報告 ET2007-63, 47-50, 2007, 査読無し

[学会発表] (計 13 件)

藤木卓: 仮想空間探索と連動した VR 教材と携帯情報端末による学習環境の開発と評価, 日本教育工学会研究会, 2009. 12. 19, 京都外国語大学

北原加保里: 原爆を題材とした VR 教材を用いた科学技術的認識育成のための授業実践, 日本教育工学会研究会, 2009. 12. 19, 京都外国語大学

藤木卓: 原爆に関する VR 教材と携帯端末を用いた授業実践と評価, 日本科学教育学会研究会, 2009. 11. 28, 鹿児島大学

津村英幸: VR と実写合成映像における輻輳角の変化と見やすさの関係, 日本産業技術教育学会九州支部大会, 2009. 10. 10, 熊本大学

津村英幸: VR と実写合成映像の見やすさにおける輻輳角の影響, 日本教育工学会第 25 回

全国大会，2009. 9. 19，東京大学

北原加保里：原爆を題材とした VR 教材を用いた STSP 授業計画，日本教育工学会第 24 回全国大会，2008. 10. 12，上越教育大学

藤木卓：遠隔学習のための VR と実写の合成映像が与える印象の評価，日本教育工学会第 24 回全国大会，2008. 10. 11，上越教育大学

北原加保里：原爆を題材とした VR を用いた科学技術教材の授業計画，日本科学教育学会第 32 回年会，2008. 8. 24，岡山理科大学

藤木卓：VR と実写の合成映像を用いた提示効果，日本産業技術教育学会第 51 回全国大会，2008. 8. 23，宮城教育大学

藤木卓：実写のネットワーク伝送で実現する遠隔立体視の試み，日本産業技術教育学会九州支部大会，2007. 10. 13，佐賀大学

藤木卓：デジタル動画品質と受け手の印象に関する考察，日本産業技術教育学会九州支部大会，2007. 10. 13，佐賀大学

小八重智史：原爆を題材とした VR 教材による科学技術的認識の形成，日本産業技術教育学会九州支部大会，2007. 10. 13，佐賀大学

北原加保里：原爆を題材とした VR 教材を用いた技術科の授業，日本産業技術教育学会九州支部大会，2007. 10. 13，佐賀大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

藤木 卓 (FUJIKI TAKASHI)
長崎大学・教育学部・教授
研究者番号：00218992

(2) 研究分担者

森田 裕介 (YUSUKE MORITA)
早稲田大学・人間科学学術院・准教授
研究者番号：20314891

寺嶋 浩介 (KOSUKE TERASHIMA)
長崎大学・教育学部・准教授
研究者番号：30387932

柳生 大輔 (DAISUKE YAGYU)
長崎大学・情報メディア基盤センター・助教
研究者番号：10325681

竹田 仰 (TAKASHI TAKEDA)
九州大学・芸術工学研究科・教授
研究者番号：20314891

相原玲二 (REIJI AIBARA)
広島大学・情報メディア基盤センター・教授
研究者番号：50184023

近堂 徹 (TOHRU KONDO)
広島大学・情報メディア基盤センター・助教
研究者番号：90437575

(3) 連携研究者
()

研究者番号：