

## 移動を伴う避難訓練を擬似体験する学習支援システムの提案

### A Proposal of Learning Support System for Virtual Evacuation Experience with Real Action

畠山 久<sup>\*1,2</sup>, 永井 正洋<sup>\*3,1</sup>, 室田 真男<sup>\*4</sup>

Hisashi HATAKEYAMA<sup>\*1</sup>, Masahiro NAGAI<sup>\*2</sup>, Masao MUROTA<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> 首都大学東京学術情報基盤センター

<sup>\*1</sup>Library and Academic Information Center, Tokyo Metropolitan University

<sup>\*2</sup> 東京工業大学大学院社会理工学研究科

<sup>\*2</sup>Graduate School of Decision Science and Technology, Tokyo Institute of Technology

<sup>\*3</sup> 首都大学東京大学教育センター

<sup>\*3</sup>University Education Center, Tokyo Metropolitan University

<sup>\*4</sup> 東京工業大学リベラルアーツ学術研究院

<sup>\*4</sup>Institute for Liberal Arts, Tokyo Institute of Technology

Email: hatak@tmu.ac.jp

**あらまし**：学習者が災害時に自らの知識に基づき判断・行動できるようになるため、本稿では災害発生時の状況を擬似体験し振り返る学習活動と、この学習のためのシステムを提案する。HMD と歩行デバイスを組み合わせたインターフェイスを構築すると共に、ゲームエンジンを用いて災害発生時の状況を再現する VR コンテンツを開発する。プロトタイプの開発を踏まえた課題として、コンテンツの精度と処理性能のバランスの検討が挙げられる。

**キーワード**：防災学習、VR、避難訓練、HMD、シミュレーションシステム

#### 1. はじめに

日本は自然災害が発生しやすい地域であり、防災・減災を念頭に置いた安全教育の必要性が高い。2014 年に文部科学省が策定した学校安全の推進に関する計画<sup>(1)</sup>では、学校における安全教育のポイントとして「知識と共にそれに基づいた適切な判断と行動する力」が挙げられている。

意図的に体験することが難しく危険も伴う災害体験は、近年普及しつつある VR・AR 技術を有効活用できる分野の一つである。地震防災・減災において VR を活用した取り組みは、建築分野を中心に多く報告されている。近年は技術革新の進む HMD（ヘッドマウントディスプレイ）の採用が増えている。例として、任意の地点における長周期地震動を擬似的に体験するシステム<sup>(2)</sup>が挙げられる。建築では地震による揺れの体験にフォーカスし、VR 技術を用いて室内を再現した例が多い。また、教育からのアプローチとしては AR が多く用いられている。代表的な例としては災害発生時の仮想的な被災状況を現実の映像に重畳表示するシステム<sup>(3)(4)</sup>がある。

#### 2. 目的

本研究では、学習者が災害時に自らの知識に基づき判断・行動できるようになることを防災学習の目標とする。このため、災害発生時の状況を再現し、学習者に擬似的な避難行動を体験させる。そして、記録した行動を学習者自身が客観的に見返し振り返ることで、災害時の判断・行動について学ぶ学習活動を実施する。

従来の研究は災害発生の瞬間や、現実に重畳表示した被災状況を擬似体験させることが目的となつて

いる。しかし、地震災害などは発生の瞬間だけではなく、継続して被害状況が変化していく特徴があり、学習者には変化する状況に応じた判断が求められる。このような時間の流れも含めた災害発生時の環境を再現し、学習者の行動を記録する支援システムを開発する。

#### 3. 学習活動を実現するためのシステム

本研究における体験学習では、災害発生後の時間経過と共に発生する二次災害を定義したシナリオを用いる。まずは、自宅で地震に遭遇した後に自宅から避難所まで避難する想定を初期のシナリオとして考える。学習者には、シナリオに基づく仮想的な被災状況が提示される。そして、学習者の身体の動きを映像に反映すると共に記録する。この仕組みを実現するために、学習者が災害発生時の状況を体験できる VR シミュレーター “Virtual Disaster Simulator

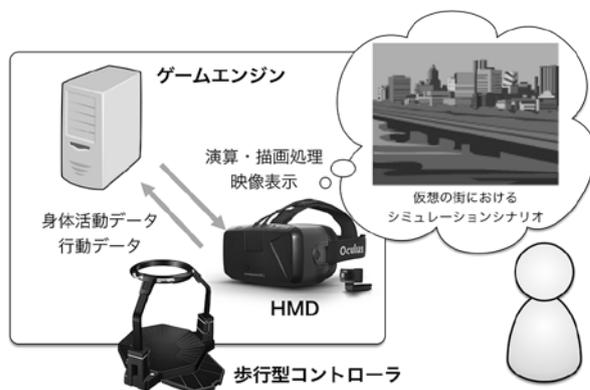


図1 VDS のシステムイメージ

(VDS)”を提案する(図1)。VDSは、擬似体験を実現するためVR環境を再現するインターフェイスと、VR空間内で学習者が体験するコンテンツから構成される。

インターフェイスは、VR用HMDと歩行型コントローラを組み合わせる。HMDとして採用する”Oculus Rift”は学習者の視界を覆うように装着する非透過型のHMDで、頭の向きに追従した映像が表示することで没入感の高い映像提示を実現する。Oculus Riftは単体では映像を表示するディスプレイであるため、別途ゲームエンジンが動作し描画処理を行うためのPCが必要となる。視界を覆うような装置であることに加え、外部にPCが必要となることを踏まえると、擬似体験するためとはいえVR映像を閲覧しながら移動をすることは不可能となる。このため、”Virtuix Omni”を用いて擬似的な移動を実現する。Virtuix Omniは歩く・走る・しゃがむ・ジャンプするといった学習者の実際の身体活動をVR空間に反映させるための歩行型コントローラである。身体をハーネスで半固定し、凹状の台座の上で行われる歩行などの活動をセンサーで取得する。これにより、没入感を損なわないままVR空間内での活動を実現する。

また、学習者に提示するコンテンツの開発にはゲームエンジン”Unity”を用いる。Unityには物理エンジンが搭載されており、単純なオブジェクトの描画だけではなく倒れる・崩れるといった物理表現が容易に行える。このため、被災状況を事前に作成するのではなく、オブジェクトとして作成した街全体に対して地震の揺れをシミュレートし被災状況を再現する。そして、その後は一定の時間経過やユーザの行動を反映して追加のイベントを発生させる。延焼する家屋が倒壊したり、避難中の余震により二次的な崩壊を起こしたり、といった表現を行う。

#### 4. 開発における現状と課題

現在、HMDとして”Oculus DK2”(開発キット)を用いてプロトタイプシステムの開発を進めている。また、物理エンジンを用いて簡易的に地震波を再現しオブジェクトを崩壊させる処理を実装した。

この過程で、コンテンツ精度と処理性能のバランスが課題となる。一般に、フレームレートの高いなめらかな映像であるほどVR酔いをしにくいといわれている。PCに要求される処理性能の観点では、オブジェクト数やそのポリゴン数が多いほど描画や物理演算の処理コストが増え高い処理性能が求められる。ここで、本システムで行う移動を伴う避難訓練では、VR空間に一定の広さが必要となる。津波からの避難の例であるが、東日本大震災では徒歩の場合の平均避難距離が438mであったという調査結果<sup>6)</sup>が報告されているため、移動の自由度を考えると最低でも500m<sup>2</sup>の領域は必要と考える。家屋など空間内のオブジェクトをどの程度の精度で再現するか

にも依存するが、仮に一般家屋の敷地を10m<sup>2</sup>と考えると範囲内には50軒の家屋が必要となる。また、VDSでは地震による家屋被害を再現するため、一部家屋は倒壊後の「がれき」の状態のオブジェクトを組み合わせて表現することもあり、オブジェクト数はかなり多くなると考えられる。空間を歩行する学習コンテンツにおいては、現実感が高い方がVR酔いを防ぐ効果があるとの報告がある<sup>6)</sup>。機器の現実的な処理性能を踏まえ、仮想空間の広さやコンテンツの精度を検討することが必要となる。

#### 5. まとめ

災害を想定した防災・減災のための学習として、知識に基づいた判断・行動が必要とされている。そこで、VR技術を用いて再現した災害発生状況下で擬似的な避難行動を体験し、自らの行動の振り返りを通じて災害時の判断・行動を学ぶ活動を設計した。そして、実現するためのシステムを提案した。HMDと歩行型コントローラからなるインターフェイスを構築し、ゲームエンジンで開発し災害発生時を再現したVR空間内において擬似的な避難訓練を実現する。VR空間内では物理エンジンを用いてシミュレーションを行うことで、実際の災害に近いリアリティのある被災状況を再現する。

コンテンツ精度と処理性能のバランスについては、プロトタイプ開発を進めると共に検討を続けたいと考えている。

本研究の一部は、JSPS 科研費 16K21262、および首都大学東京ワーク・ライフ・バランス実現のための研究支援制度の助成による。

#### 参考文献

- (1) 文部科学省：“学校安全の推進に関する計画”，[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/kenko/anzen/\\_icsFiles/afieldfile/2012/05/01/1320286\\_2.pdf](http://www.mext.go.jp/a_menu/kenko/anzen/_icsFiles/afieldfile/2012/05/01/1320286_2.pdf) (参照 2016.06.07)
- (2) 倉田和己, 護雅史, 福和伸夫, 飛田潤: “ヘッドマウントディスプレイを活用した地震の揺れ体験による減災行動の誘導”, 日本建築学会学術講演梗概集, B-2, pp.979-980 (2011)
- (3) 岩間智視, 角川隆英, 光原弘幸, 井若和久, 上月康則, 田中一基: “ARとHMDを用いて災害を疑似体験させる防災教育システムの試作”, 電子情報通信学会技術研究報告. ET 教育工学, Vol.113, No.377, pp.1-6 (2014)
- (4) 川井淳矢, 岩間智視, 光原弘幸: “没入型HMDとARを組み合わせたインタラクティブな避難訓練システム”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.29, No.5, pp.1343-4527 (2015)
- (5) 国土交通省: “東日本大震災の津波被災現況調査結果(第3次報告)”, <http://www.mlit.go.jp/common/000186474.pdf> (参照 2016.06.07)
- (6) 藤木卓, 市村幸子, 寺嶋浩介, 小清水貴子: “VRコンテンツの精度が現実感と酔いに与える影響”, 日本教育工学会論文誌, Vol.36, Suppl., pp.73-76 (2012)