

VR を用いた体験型安全学習システムの開発

Development of Experience-Based Safety Education System with VR Equipment

山崎 瑞樹^{*1}, 千田 和範^{*1}
 Mizuki YAMAZAKI^{*1}, Kazunori CHIDA^{*1}
^{*1}釧路工業高等専門学校
^{*1} Institute of Technology, Kushiro College
 Email: chida@kushiro-ct.ac.jp

あらまし：現在，技術の進歩に伴い，技術者のスキルの高度・多様化が求められているが，技術者の安全に関する認識の問題から，事故件数が横這いとなっている．一方で安全学習教材はその作業内容の問題から大型化する傾向にある．そこで本研究では，VRにより実際に作業しているような高い臨場感を提供すると同時に，NASA ゲームの手法を導入することで，同じ環境で作業する技術者の安全に対する意識付けを強化するシステムを開発する．

キーワード：VR，安全教育，体験学習，ゲーミフィケーション，NASA ゲーム

1. はじめに

現在，技術者は技術の進歩に対応するため，技術スキルの高度化や多様化が求められている．技術者が用いる機器は年々安全対策が施されるようになってきているが，その一方で，技術者の事故件数は横這いになっている．この理由は作業者の安全意識が低いことにある⁽¹⁾．したがって，技術者の安全意識の向上のため，安全教育の必要性が増している．

これまで技術者のための安全学習用教材として書籍やビデオによる教材，大型の体験型学習装置などが用いられてきた．様々な安全学習教材が開発される中，体験型学習教材は動機付けが向上し効果的な学習ができる．しかし，このような体験型学習教材は，装置自体が大きいことが多く，場所の制約を受ける点が問題となる．ここで近年注目を集めているものに，VR(Virtual Reality)が挙げられる．VRはあたかも実際のものや場所が体感できる高い臨場感を有しているため，実際に体験しているかのような没入感が得られる効率的な学習ができる．

そこで本研究では Virtual Reality Head Mounted Displa (以降 VRHMD) を用いて安全で高い臨場感を提示することによって効果的に安全教育が行える体験型安全学習システムを開発する．

2. 体験型安全学習システムの概要

本研究で提案する体験型システムは学習システムと評価システムの2つから構成される．学習システムはVRHMDに投影される仮想空間に，様々な機材が配置されている．この配置された機材（以後，オブジェクト）には，それぞれ何らかの安全上の問題点が解決すべき項目として設定されている．評価システムは学習者の仮想空間内での作業手順を基に，安全の度合いを求め提示する．学習者は提示された結果を元に，自分の作業内容のリフレクションを行うことで，安全意識を向上させる．

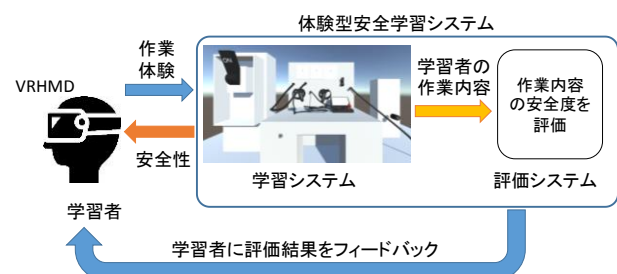


図1. 体験型安全学習システムの構成

表1. 事故要因とその状況

要因	状況
感電	配電盤の主電源がOnのまま 機器の電源がOnのまま
漏電	アースが正しく接続されていない
短絡	接続端子が緩んでいる
発火	導線が密に巻かれている

3. 学習システムの構成

技術者が直面する事故の要因は，業種の違いによって多岐に渡る．しかし体験型安全学習システムを構築する上で，全ての事故を扱うことは難しい．そこで，今回は電気系の事故に絞り，その要因とその状況を表1の様に定めた．

次に事故要因とその状況を体験できるように仮想空間内で構築する必要がある．ここでは実際に構築した要因の内，感電と漏電について示す．

3.1 感電要因のオブジェクト

感電は機器の異常時に電源が On になっている場合に発生する．そこで図2の様に仮想空間内に分電盤を配置し，学習開始時に On になっている状態を提示する．学習者は Oculus Touch と呼ばれる操作デバイスを持し，仮想空間内で操作デバイスが

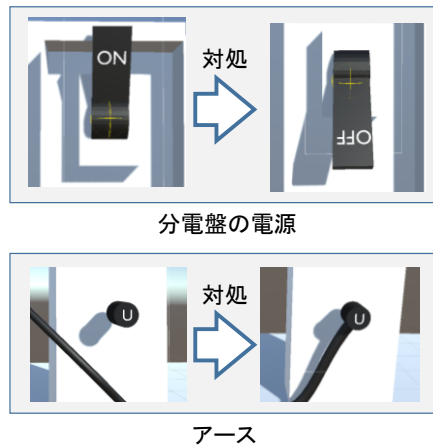


図2. 事故要因のオブジェクト例

表2. 優先度付解答例と評価値

模範解答[優先度]	学習者の回答	優先度に対する評価値
分電盤の電源を切る [1]	アースを接続する [3]	$ 1-3 =2$
機器の電源を切る [2]	束ねられた導線を解く [5]	$ 2-5 =3$
アースを接続する [3]	分電盤の電源を切る [1]	$ 3-1 =2$
接続端子の締結 [4]	機器の電源を切る [2]	$ 4-2 =2$
束ねられた導線を解く [5]	接続端子の固定 [4]	$ 5-4 =1$
評価値の総和		10

投影されたオブジェクトを事故箇所となる部分に近づける。その時に操作デバイスのオブジェクトと事故要因のオブジェクト（この場合はスイッチ）の衝突判定が行われ、衝突した場合は対処したと判断しスイッチがOffに切り替わる。

3.2 漏電要因のオブジェクト

漏電は機器のアースが接続されていない場合に発生する。したがって3.1節と同様、操作デバイスとアース用端子の衝突判定により、衝突したと判断されれば、端子にアース線が接続される。

3.3 ゲーミフィケーションの導入

学習システムで作業する場合、目的が明確にされていないと、学習者の動機付けが低下することが予想される。そこで今回はゲーミフィケーション⁽⁹⁾の要素として、ストーリー設定と時間制限を導入する。ストーリーとして「新人教育を行っている先輩である貴方の元に、装置が動かないと新人があわててやって来ました。新人と一緒に現場までやって来た貴方は何をすべきか？」と設定した。また、事故を回避するためには緊急的な作業が多いため、180秒の時間制限を設け、緊迫感が得られるように配慮した。

4. 評価システムの構成

4.1 NASA ゲームの導入

評価システムはNASA ゲーム⁽²⁾を基に構成する。まず学習システム内に設定した事故要因に対処すべき優先度を設定する。次に学習者が対処した事故要因を作業順に記録する。最後に優先度毎の評価値を計算し、その総和を求めたものが最終的な作業内容の評価値となる。その例を表2に示す。この表で



図3. システムを用いた作業の様子

user_test1	lv8IHdLMv6jIjemiNF1s
priority1: 3	
priority2: 5	
priority3: 1	
priority4: 2	
priority5: 4	

図4. Firebase に対する評価結果の保存例

たとえば、優先度の最上位に「分電盤の電源を切る」を設定している。学習者は最初に「アースを接続する」作業を行ったため、分電盤操作の優先度[1]からアースを接続する優先度[3]の差の絶対値2が最上位優先度に対する評価値となる。この様に、2番目以降の優先度を個別に求める。計算過程からも分かるように、作業者の手順順位と模範解答が一致すれば、その優先度の評価値は0となる。よって、最終的な評価値が0に近いほど正しい手順で安全を確保したことになる。これら評価値は後でグループワーク等のリフレクションに用いるため、クラウドサーバである Firebase に保存される。図3は作業例で図4はその時の評価値が保存された様子である。

5. まとめ

本研究ではVRを用いた体験型安全学習システムの開発を行った。開発した学習システムを実際に操作し、設計した仕様通りに動作すること確認した。

今後は、実際に本校の学生に利用してもらい、本システムの有効性を示すことが必要である。また、今回は電気系の事故要因を取り上げたが、機械系、電子系、建築・土木系など様々な業種においても同様に事故は起こっている。そこで、学習システムのコンテンツ拡充を行っていく。

参考文献

- (1) 引地力男, 松田忠大: 実験中の事故を防ぐための安全衛生対策の検討, 工学教育, 55-6, pp.93-99(2007)
- (2) 牛場大蔵: コミュニケーション・ゲーム, またはグループ・プロセス体験, 医学教育, 18-1, pp. 76-79 (1987)
- (3) 藤本徹, 荒優, 山内祐平: 大規模公開オンライン講座(MOOC)へのゲーミフィケーション導入に関する研究の動向, 日本教育工学会論文誌, pp.1-7 (2019)