

# VR技術を活用した安全教育支援アプリケーションの開発

Development of support application for safety education using Virtual Reality technology

## 監督者安全教育へのVR技術適用の実現

配電設備の工事において、現場監督業務は作業の安全、災害の未然防止に不可欠な役割である。定期的に監督者に対し机上と実地訓練の2方面から安全教育を行っているが、実地訓練は準備に手間と時間がかかるため何度も再現することができず、効率的な監督者育成に支障をきたしていた。この課題を解決するため、VR技術を活用し、監督者が災害発生状況をリアルに体験できる安全教育支援アプリケーションを開発した。



執筆者  
電力技術研究所  
電力品質グループ  
武藤 貴昭

### 1 背景および目的

配電設備の工事では、監督者が地上から作業を監視・監督し作業者の危険のポイントを指摘することで、感電・墜落・挟まれ等の災害（以降災害と呼ぶ）の未然防止に大きな役割を果たしている。

従来、監督者を育成する安全教育では、研修所にて集合研修を行い、机上教育や実地訓練を行ってきた。実地訓練は、机上教育に比べ研修受講者の記憶に残り、教育効果が高い。一方で、工事現場の状況を作る準備に時間と手間がかかるため多く経験することができない。また、災害状況の再現には危険が伴うため、実地訓練ではそこまで再現できないことも課題である。そこで、これらの課題を解消し、監督者の安全意識の醸成を行うために、VR (Virtual Reality) 技術を活用した監督者の安全教育支援アプリケーションを開発した。

開発にあたり、VRの再現性が低い場合、そちらに気を取られ教育内容に集中できない懸念があったため、受講者となる監督者の目から見ても違和感のないよう、作業者の動作や状況のリアリティを細部まで追求した安全教育支援シミュレータと監督者安全教育の指導員向けのリプレイソフトの開発を行った。

### 2 安全教育支援シミュレータの概要

安全教育支援シミュレータは、作業者の災害状況を模倣した様々なシチュエーションを疑似体験するVRアプリケーションである。受講者は、コントローラとHMD (Head Mounted Display) を使用し、VR空間内を自由に移動することができる。受講時のVR機器使用状況を第1図に示す。



第1図 VR機器使用状況

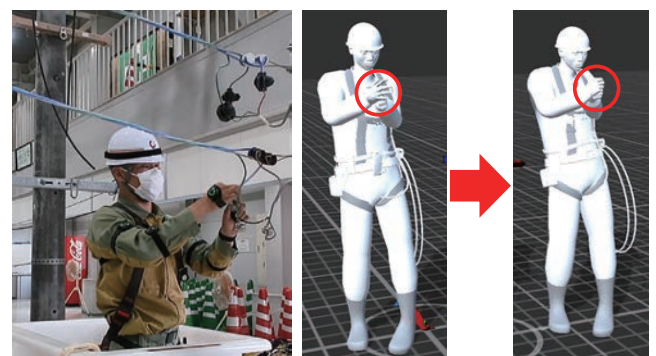
受講者は配電設備工事の監督者となり、2人の作業員を指導する。VR教育を開始すると、作業者が不安全行動を行い、過去に発生した災害状況を再現する。体験者は、作業者の不安全行動を発見し、コントローラの操作で指摘することで災害の発生を防止する。受講者が見ている映像例を第2図に示す。



第2図 安全教育支援シミュレータ映像例

#### (1) 動作再現

本シミュレータでは、作業者の挙動をモーションキャプチャにより再現した。モーションキャプチャとは、人物や物体の動きを3次元データ化する技術である。今回は慣性センサ式（センサを体に装着することで、動作情報を取得する方法）を採用した。実際に、熟練作業者の体にセンサを取り付け、工事作業の動作データを計測したところ、計測データのみから作成したモデルでは、センサ未取り付け箇所の動作が再現されなかった。このため、作業者の作業動作に違和感があり、監督者が不安全行動かどうかを判断しづらいことがわかった。その対策として、例えば第3図に示すように撮影から得られた作業動作データ（指の動き）の違和感をなくすよう、細部までモデルを見直し、忠実に再現することで、予想しづらい動作を極力なくした。



第3図 動作撮影と再現データモデル例（指の動きの修正）

## (2) 3Dモデリング

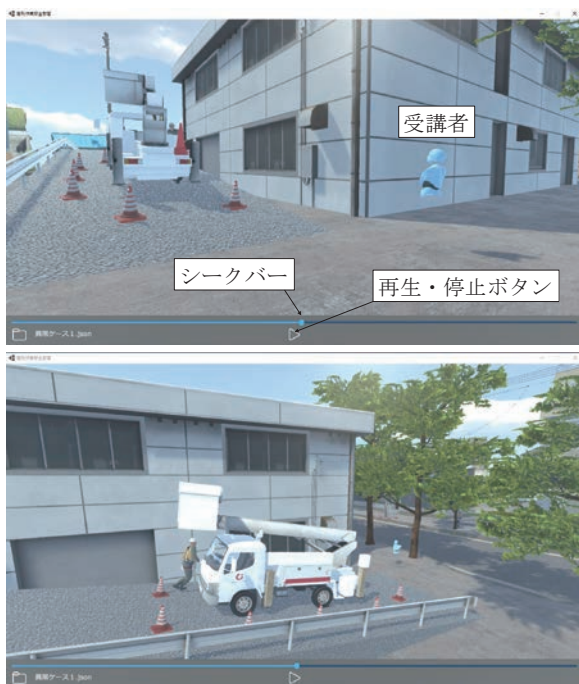
本シミュレータでは、作業員、電柱、高所作業車等のモデルについても、写真や仕様書から3Dモデルを作成した。再現性の低さによる必要な設備・道具類の不足により、受講者に安全上の不備と捉えられないよう、設備・道具類の細部までこだわり、実態と違和感がないようにモデルの修正を行った。3Dモデリング例を第4図に示す。



第4図 3Dモデリング例

## 3 リプレイソフトの概要

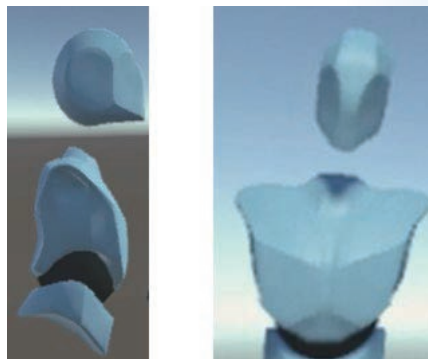
リプレイソフトは、監督者安全教育の指導員向けのソフトであり、安全教育支援シミュレータ内の受講者の行動をパソコン上で振り返り可能なWindowsアプリケーションである。シークバーを操作することで、作業の任意時間に受講者がどこに居たかの確認を可能とする。また、マウス操作によりマルチアングルでVR空間内の事象を確認することができるため、受講者が何に注目して監督していたかの確認も可能である。リプレイソフトの画面例を第5図に示す。



第5図 リプレイソフト画面例

## (1) VR体験者の行動再現

リプレイソフトでは、第6図に示す簡易なアバターモデルが、安全教育支援シミュレータ内の受講者の行動を再現している。アバターモデルは、リプレイソフト上で受講者の位置および頭の向きを再現し、任意時間における受講者の行動を振り返ることが可能となる。



第6図 受講者のアバターデザイン

## (2) 行動軌跡の再現

リプレイソフトには、受講者がいつ、どの位置で監督していたのか、どこを見ていたのかをCSV形式のログで保存する機能を付けた。これにより、受講者毎の行動軌跡などをデータ化し、分析する事を可能とした。受講者の行動軌跡例を第7図に示す。



第7図 受講者の行動軌跡例

## 4 研究成果と今後の展開

本VR技術を活用した安全教育支援アプリケーションを経験豊富な監督者9名に体験してもらい、評価と課題の抽出を行った。同アプリケーションは、作業員の挙動や設備・道具類のリアリティを追求したことで、安全意識の醸成や教育に効果的であると評価された。一部の体験者にVR酔いが見られたが、移動先に視点を固定する等、視点の位置に気を付けることにより軽減された。

今回開発したアプリケーションは、2023年度から中部電力パワーグリッド(株)配電研修所の監督者安全教育に導入済みである。本アプリケーションの導入により、災害状況の体験が可能となっただけでなく、実地訓練では再現困難な複数の災害状況シナリオを用意しており、実地訓練に比べて、より効率的な教育が可能となっている。今後は得られた知見を活用し、他部門や関連会社への展開を考えている。