

令和4年度職業訓練教材コンクール 特別賞(独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構 理事長賞) 受賞

ARを用いた安全教育用教材

沖縄職業能力開発大学校 塙 浄子, 相原 豊, 井関 修司

※ 井関氏 現 港湾職業能力開発大学校神戸校

1. はじめに

現在の物流業界は、人手不足、労働者の経験不足、物流作業の効率化と速さ優先で安全対策がおろそかになっている、十分な安全教育の時間を設けられないといった課題がある。また、自動化や荷役機械の大型化・高度化によって、事故件数は減少しているが発生する事故が重大化・深刻化している。しかし、現状の安全教育は、若い人たちの受講態度の悪さや一般的な内容が中心で職場のリアリティーさが欠けているなどの課題がある。現場作業員以外が出入りすることも多い物流倉庫では、ヒヤリハットや事故の発生要因が伝わり難いといった点もある。

そこで安価で手軽に、視覚で体感し危険を認知する力を付けられる教育ツールとして、360度カメラを活用できないかと考え、「ARを用いた安全教育用教材」の作成を試みた。

2. 教材の構成

次のことを教材作成の目的として、過去の事故統計データ(図1)から事故割合が高いフォークリフトの激突事故と小型移動式クレーンのつり荷落下事故をテーマとした。

- ・視覚により現実に近い体験をし、危険に対する感受性を高める
- ・安全な状態で、実際のヒヤリハットや危険を体感する

- ・瞬間を切り取った写真やイラストを用いた従来のKYTではなく、全方向の危険あるいは一定の作業工程にある危険を対象にする
- ・不安全状態・不安全行為が見つかった、あるいはヒヤリハットが発生した場合、すぐに映像化し体感を共有する
- ・高度な技術を必要とせず簡単に映像化することが可能である

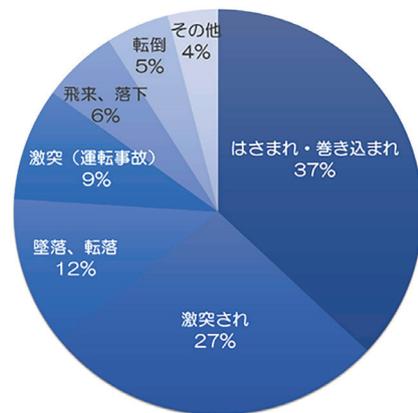


図1 R2年フォークリフト事故別割合(死亡事故)

2種類の映像構成(表1)にし、1つは同種の危険を異なるシチュエーションで、連続して視聴するようにしている。繰り返すことで「もしかしたら〜かもしれない」を想像し、前述の「危険に対する感受性を高める」ことを狙っている。もう1つは、同じ危険を異なる視点で、連続して視聴するようにしている。この構成は、視点を変えた映像を見ることで、異なる立場での見え方や死角の存在など作業状況を理解することを想定している。

表1 映像内容

教材1 (激突)	フォークリフトで棚の角を曲がる
	フォークリフトで通路(棚の間)を横切る
	フォークリフト後進で棚の横を走行
教材2 (落下)	つり荷が落下(被災者視点)
	つり荷が落下(全体視点)
	つり荷が落下(作業者視点)



図2 フォークリフト激突パターン (教材1)

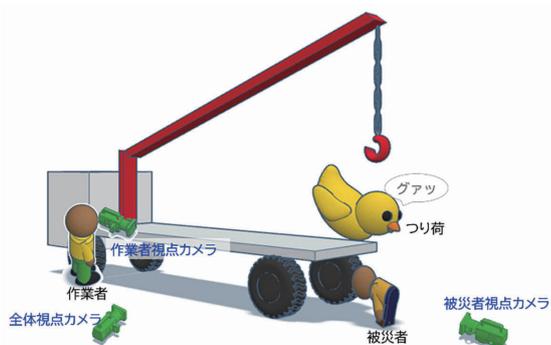


図3 つり荷落下パターン (教材2)

2.1 教材1 (フォークリフト激突)

倉庫を想定し、中量ラックの物陰から出て来るヒトとフォークリフトの接触について、(1)～(3)の順に同じ映像を2回再生し、3パターンの不安全行動(図2)で構成している。

(1) 不安全状態・行動の映像 (1回目映像)

不安全状態・行動の映像のみを再生(図4)。

(2) 注意喚起メッセージを表示 (2回目映像の途中)

(1)の映像の不安全状態の直前で再生速度を下げ、“見る”ように注意喚起メッセージを表示(図5)。

(3) 原因メッセージを表示 (2回目映像の途中)

(2)の映像の続きにある不安全行動の場面で再生速度を下げ、原因を表示(図6)。



図4 不安全行動 (1回目映像)



図5 注意喚起メッセージ表示 (2回目映像)



図6 なぜ危険か(原因)を表示 (2回目映像)

2.2 教材2 (つり荷の落下)

小型移動式クレーンでつり上げた荷の落下によるヒトへの接触について、(1)～(4)の順に各視点(図3)の映像で構成している。

(1) 被災者視点

被災者は“上を向く”動作をしなければ、つり荷が見えない(図7)。

(2) 全体視点

被災者と作業者の状況と同時に見られる (図8)。

(3) 作業者視点

作業者からの見え方や死角がわかる (図9)。

(4) 原因・対策メッセージを表示

不安全な原因および安全対策を表示 (図10)。



図7 つり荷落下 (被災者視点)



図8 つり荷落下 (全体視点)



図9 つり荷落下 (作業者視点)

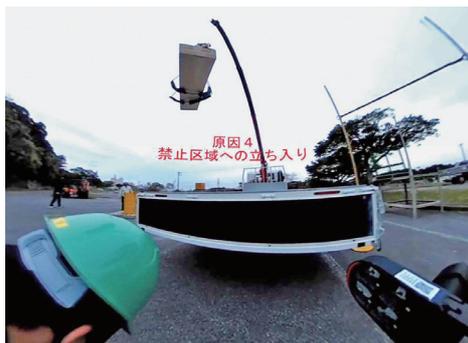


図10 つり荷落下 (原因表示)

3. 使用機器等

表2に示す機器および動画編集ソフト等を使用した。以降に記載をするが、手振れ防止のためジンバルを使用した。一般的には使用しなくても問題はない。VRゴーグルは安価なもので十分であるため、費用を40,000円以内にする事が可能である。

表2 使用機器等

機器名	型番	価格(円)
360度カメラ	RICOH THETA SC2	37,900
ジンバル	MOZA-Mini-P	38,900
VRゴーグル	ELECOM VRG-M02RBK	3,335
動画編集ソフト(360度対応)	MOVIE STUDIO 17 SUITE	14,080
	Windows Medhia Player	Free
360度Metaデータ付加ソフト	360.Video.Metadata.Tool.Win	Free
再生装置	スマートフォン(Android Ver9)	mine

4. 撮影時の問題点と解決方法

4.1. 振動の抑制

360度カメラを荷役機械(フォークリフトや小型移動式クレーン)に搭載して移動した場合、走行および荷役作業の振動は大きく、無視できるものではない。これらの手振れや振動を抑制するため、ジンバルを使用した(図11)。ジンバルによって、カメラの水平維持、急速な方向変換に対してカメラをゆっくりした速度で追随させられ、手振れや振動の影響を大幅に軽減することが可能となる。



図11 360度カメラを取り付けたジンバル

4.2. 安全な撮影方法

安全確保のために以下の3つのことを検証し、計画を立て撮影を行った。

- (1) 再現することができる不安全状態・行動か
- (2) 被災する寸前で動きを止められるか
- (3) 安全を確保できるか

不安全行動の撮影は、被災者役だけでなく作業員や撮影者の安全を確保することが重要になる。そこで、作業を妨げないあるいは危険を伴わないよう、人と機械の挙動を検証・理解し、撮影位置の確保を行う必要がある(図12)。また、監督者を設置し、作業員役と被災者役の両方を視認し、指示と注意喚起を行い安全の確保に努めている(図13)。



図12 フォークリフトのカメラ位置 (丸印)



図13 実際の撮影状況 (被災者視点)

5. 期待する効果

注意喚起のメッセージに応じて視線を移動させることで、いち早く中量ラックの影から出て来るヒトに気づけるなど、安全確認の意義を認識できる教材を作成できた(図14)。体験者からは、「思ったよ

りビビる」「2回目から“出て来るな”と思って見てた」などの感想とともに、面白がって積極的に体験する様子が見られた。危険シーンの総集編ではなく、作成ポイントとしていた同じ危険についてくり返すだけのシンプルさに効果があったことが分かる。

作成は、沖縄職業能力開発大学校 専門課程 物流情報科2年生の協力のもと行ったが、撮影内容や撮影方法などを考えること自体が安全教育になっていた。特に、どうすれば安全に撮影できるか考察したことが安全対策につながり、考えていた以上の効果が得られた。



図14 視点の違いによる同じ瞬間の映像



図15 教材1 (フォークリフト激突) を体験中

6. おわりに

VRやARの安全教育教材は高価であり、実際の業務や現場にぴったり当てはまるものが少ないのが実情である。実際の実習環境や職場環境において、360度カメラと簡単な画像編集だけで作成でき、危険があればすぐに自分たちで映像化できる方法を妄想し、実現できるかを試みたものが今回の教材作成であった。実際に、高価な機材や高度な画像編集技術等がなくても、十分に危険体感をできるものを作ることができたと考えている。また、作業や点検などの指導教材などにも活用できる余地があるので、さまざまな分野での教材開発や人材育成に取り入れていただけたら幸いである。

参考文献

- 1) フォークリフト事故統計の紹介（JIVA-社団法人日本産業車両協会，2021）
- 2) 平成31年・令和元年におけるクレーン等の災害発生状況（ボイラ・クレーン安全協会，2019）