

# 建設現場作業における注意力の評価・訓練に向けた VR 環境の開発 -他者との比較による学習を支援する仮想建設現場における危険個所登録/共有機能の開発- Development of VR Environment for Evaluation and Training of Attention in Construction Site Work - Development of Dangerous Location Registration / Sharing Function in Virtual Construction Site to Support Learning by Comparison with Others -

植松 祐斗, 米谷 雄介, 後藤田 中, 國枝 孝之, 八重樫 理人  
Yuto UEMATSU, Yusuke KOMETANI, Naka GOTODA, Takayuki KUNIEDA, Rihito YAEGASHI  
香川大学  
Kagawa University  
Email: s16t209@stu.kagawa-u.ac.jp

あらまし：我が国では、毎年およそ 1000 名の労働者が労働災害により死亡している。その多くは、安全に関する不注意、不安全行動が原因である。本研究では、不注意や不安全行動を定義づけし、VR 技術を用いた職場体験・技能訓練の枠組みを設計した。それらの枠組みに基づいた訓練環境として、自己と他者との間で危険個所に対する判断を比較可能にする危険個所登録/共有機能を開発した。  
キーワード：労働災害, 労働訓練, 不安全行動, 注意力, VR, BIM

## 1. はじめに

我が国の労働災害件数は、年々減少傾向にあるが、依然として、毎年およそ 1000 人の労働者が労働災害で亡くなっている<sup>(1)</sup>。労働災害の死亡事故の多くは、建設業の墜落、転落や挟まれ、巻き込まれ等の、安全に関する不注意、不安全行動が要因となっている。このことより、建設業における不注意、不安全行動を防止する教育手段の充実が重要であることが分かる<sup>(2)</sup>。以上を踏まえ、本研究では、建設現場作業における注意力の評価・訓練に向けた VR 環境の開発を目的とする。

## 2. 学習プロセス

先行研究<sup>(3)</sup>において、注意力の学習プロセスを定義した。学習プロセスは、「労働作業体験」「行動外化」「知識外化」「行動と知識との差分確認」「行動の裏に隠れている判断の誤りに気付かせる」の 5 つのプロセスに分けた。

リスク要因を分類するため、国土交通省の「建設現場の事故防止等のためのヒヤリ・ハット事例等の共有について」に収集されたデータベースの内、内装工事業におけるヒヤリ・ハットの原因の内容を集計し、上位カテゴリを抽出した<sup>(4)</sup>。上位から「不注意」「危ないと思っていなかった」「見落とし、気づかなかった」「身体バランスを崩した」の順で多かった。「不注意」は、注意すべき場所にそもそも注意を向ける気がないケース、「危ないと思っていなかった」は、注意すべき場所は合っているが、危険性を低く見積もるなどの評価における誤り（場所に対する危険評価の誤り）、「見落とし、気づかなかった」は、注意を向ける気はあったが、注意すべき場所に注意を向けていなかったなどの知覚における誤り（場所に対する危険知覚の誤り）、「身体バランスを崩した」は、注意をする、しないに関わらず、姿勢が

傾いているなど身体の制御に関する誤り、のようによりをそれぞれを解釈できる。

労働作業者が危険な目に合うまでのプロセスを図 1 のフローチャートに示す。本研究では、これらのうち、場所に対する危険知覚と危険評価を行動として外化させ、誤りに気づかせるシステムを設計する。

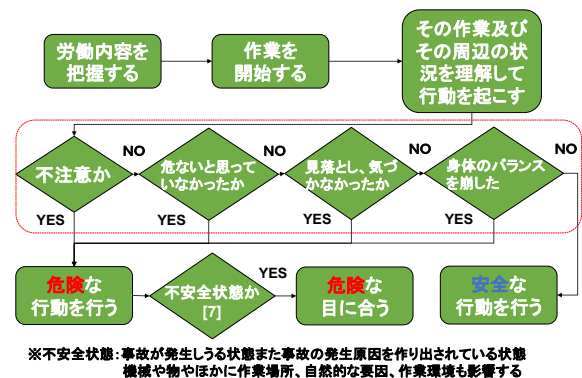


図 1. 労働作業者が危険な目に合うまでのプロセス

## 3. システム設計

本システムの概要を図 2 に示す。本研究のシステムを 2 つのステップに分ける。STEP1 は、「労働作業体験」「行動外化」の部分にあたり、VR を用いて模擬労働をさせることで、労働作業者に実際に行動をおこなわせて判断をさせるステップとなる。STEP2 は、「知識外化」「行動と知識との差分確認」「行動の裏に隠れている判断の誤りに気付かせる」の部分にあたり、STEP1 におこなった行動を俯瞰的視点から再生し、複数のユーザがお互いの不適切な行動を指摘しあい、知識に基づき労働作業者自身が自分の判断を振り返るというステップになる。データは、データベースに労働作業者の名前ごとに行動データとして蓄積されていく。STEP2 では、データベースから、蓄積されている全員分の行動データを引き出し、

労働作業者本人と他の労働作業者の行動データが比較できるように可視化し、労働作業者に行動を振り返らせ、判断の不足に気付かせる。振り返り終了後には、振り返り中に気付いた判断の誤りに基づき、修正された行動データや、他の労働作業者からの、または他の労働作業者への行動データに対するコメント、フィードバックのデータを蓄積する。

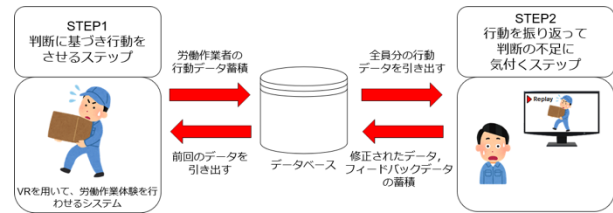


図2. システムの概要とデータの蓄積/活用方法

#### 4. システム開発

危険知覚の誤りを表出させる行動として、労働作業者には、VR空間内で労働作業体験をする際に、危険だと思える場所にコーン形状のマーカーを設置してもらう。他のユーザと設置したマーカーの位置を比較し、危険マーカーの数、設置場所の違いにより自身の危険知覚に対する不足を知ることができる。

評価の誤りを表出させる行動として、ユーザには、危険だと思える場所に設置したマーカーに危険であると評価した理由をコメントとして追加してもらう。他のユーザとコメントを比較することで、ユーザは自身の場所に対する危険性評価の不足を知ることができる。

以上の考え方に基づき、実際に開発したシステムの画面を図3、図4に示す。このように、労働作業者は自分が危険と知覚した場所に、コーンを設置でき、コメントを追加することができる(図3)。さらに、他者が設置したコーンと自分が設置したコーンの場所やコメントを比較ことができ、知覚の不足や評価の違いから、自分の足りない視点を振り返ることができ、実際の現場において注意を向けるなどの意識向上につながるのではないかと考えられる。

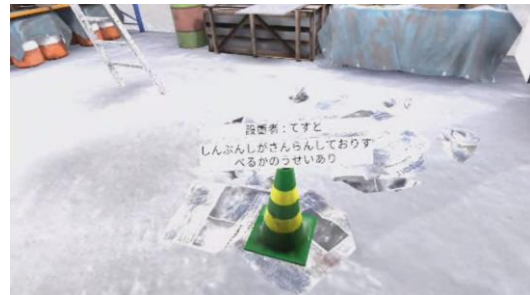


図3. 労働作業者行動データ登録機能

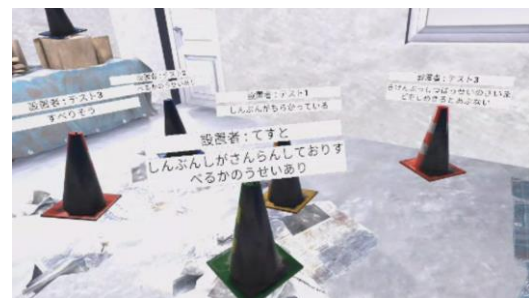


図4. 登録行動データ閲覧機能

#### 5. 内装工事業専門家に対するインタビュー

本システムの妥当性を評価するために、香川県内の建設業者に対して、本システムのデモを行い、意見を収集した。当該建設業者は、リスクアセスメントに力を入れており、安全教育に対する意識が高い。

取締役2名、安全担当1名、設計担当2名、に対してインタビューを行った。方法としてはスマートフォンのミラーリング機能を用いて著者がシステム利用のデモを見せ、その後、設計担当、安全担当の方々に体験してもらった。

肯定的な意見としては、以下の通りであった:

- ・ゲーム感覚で机上の訓練より飽きにくい(全員)
- ・実際の新任教育勉強会で利用したい(取締役)

改善点としては、以下の通りであった。

- ・危険理由を体系化して選択式にしてほしい
- ・場所に対する危険だけでなく、行動に対する危険も追加してほしい(墜落、工具の扱いなど)
- ・音声入力による、理由入力に対応してほしい
- ・視覚だけでなく、異音など他の知覚の危険を追加してほしい
- ・建設業者側でステージにオブジェクトを配置するなど、BIM登録機能を追加してほしい

#### 6. おわりに

本研究では、建設現場作業における注意力の評価・訓練に向けたVR環境の開発を行った。本システムでは、労働作業者に危険だと思える場所にコーンを設置し、そのコーンに設置理由をコメントで追加してもらい、それらの情報を他の労働作業者が設置したコーンと比較することによって評価を行う。また、このシステムを内装工事業専門家にインタビューすることによって、本システムの妥当性を評価した。

#### 参考文献

- (1) 厚生労働省: “平成29年労働災害発生状況”, <https://www.mhlw.go.jp/file/04-Houdouhappyou-11302000-Roudoukijunkyokuanzeniseibu-Anzenka/0000209094.pdf> (参照 2019.06.14)
- (2) 厚生労働省: “労働災害発生状況”, <https://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzeneisei11/rousai-hassei/> (参照 2019.06.14)
- (3) 植松祐斗, 後藤田中, 國枝孝之, 八重樫理人, 米谷雄介, 「安全な職場づくりに向けた注意力訓練システムの提案」, 第44回教育システム情報学会 全国大会講演論文集, pp171-172, 2019
- (4) 交通労働省: “建設現場の事故防止等のためのヒヤリ・ハット事例等の共有について”, [http://www.mlit.go.jp/totikensangyo/const/totikensangyo\\_const\\_tk2\\_000107.html](http://www.mlit.go.jp/totikensangyo/const/totikensangyo_const_tk2_000107.html) (参照 2020.02.07)