

令和2年度
ICTを活用した労働災害防止対策のあり方に
関する検討委員会
報告書

令和3年3月

建設業労働災害防止協会

はじめに

本報告書は、令和2年度設置の「ICTを活用した労働災害防止対策のあり方に関する検討委員会」（建山和由委員長）の検討結果をとりまとめたものです。

本委員会の研究成果である「労働災害防止のためのICT活用データベース」は、運用から約2年を経過し、令和3年3月現在、283件の事例を掲載しています。本データベースのアクセス状況をみると、累計でICT活用事例147,517回（前年度比11.7%増）、ICT研究開発事例は19,234回（前年度比73.0%増）となりました。

一方、調査研究では、昨年度の作業部会（VR部会）において行った災害防止に有用なレジリエンス能力を高めるVR安全衛生教育のあり方に関する検討を踏まえ、建設労務安全研究会（本多敦郎理事長）の協力を得て、会員企業37社を対象とする建設工事におけるVR安全衛生教育に関する実態調査を実施しました。

さらに、蒔苗耕司部会長には、この調査結果とオブザーバー参加いただいたベンダー（つくし工房、積木製作）のVR開発動向等に基づき、建設業におけるVR教育の課題と展望について、とりまとめを行っていただきました。

コロナ禍において、今後さらなる技術革新の進展が見込まれるVR等の先進技術がより容易かつ効果的に建設工事現場で活用されることによって、さらなる災害防止に繋がることを期待します。

最後に、建山和由委員長をはじめ、各委員、オブザーバーの皆様には多大なご尽力をいただき、心より御礼を申し上げますとともに、実態調査に御協力いただきました建設労務安全研究会の会員の皆様にも、重ねて御礼申し上げます。

令和3年3月

建設業労働災害防止協会

**令和2年度 ICTを活用した労働災害防止対策のあり方に関する検討委員会
委員名簿**

○建山 和由	立命館大学 理工学部 環境都市工学科 教授
玉手 聡	独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 労働災害調査分析センター（併）建設安全研究グループ センター長
平野 良雄	労働安全コンサルタント（元 厚生労働省 労働基準局 安全衛生部長）
久保 久典	株式会社浅沼組 安全品質環境本部 安全部長（東京）
伊藤 勝啓	清水建設株式会社 安全環境本部 本部長
岡林 大二郎	一般社団法人日本建設機械施工協会 業務部 業務部長

<オブザーバー>

佐藤 誠	厚生労働省 労働基準局 安全衛生部 安全課 建設安全対策室 技術審査官
矢野 公久	国土交通省 総合政策局 公共事業企画調整課 施工安全企画室 課長補佐
渡邊 泰伴	国土交通省 大臣官房 技術調査課 課長補佐
宮澤 政裕	建設労務安全研究会 事務局長
濱島 京子	独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 機械システム安全研究グループ 上席研究員

※ ○印は、委員長

（順不同・敬称略）

**ICTを活用した労働災害防止対策のあり方に関する検討委員会作業部会（WG）
委員名簿**

○蒔苗 耕司	公立大学法人宮城大学 創造・開発学系／事業構想学群 教授
玉手 聡	独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 労働災害調査分析センター（併）建設安全研究グループ センター長
久保 久典	株式会社浅沼組 安全品質環境本部 安全部長（東京）
伊藤 勝啓	清水建設株式会社 安全環境本部 本部長
宮澤 政裕	建設労務安全研究会 事務局長
濱島 京子	独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 機械システム安全研究グループ 上席研究員

<オブザーバー>

佐藤 誠	厚生労働省 労働基準局 安全衛生部 安全課 建設安全対策室 技術審査官
加藤 正弘	ミドリ安全株式会社 営業統括本部 営業推進部 安全衛生相談室 担当部長
倉持 滋	株式会社つくし工房 営業部 次長
赤崎 信也	株式会社積木製作 取締役 マネージャー

※ ○印は、委員長

（順不同・敬称略）

目 次

はじめに

第1章 委員会の設置	1
第2章 労働災害防止のための ICT 活用データベースの運用状況	8
第3章 建設工事における VR 教育事例に関する実態調査結果	15
第4章 建設業における VR 教育の展望	52
第5章 今後の課題	60
巻末資料	61

第1章 委員会の設置

1. 委員会の設置

1. 1 趣旨・目的

少子高齢化の進展に伴い、労働者人口が減少するなか、建設業においては深刻な担い手不足に直面している。国土交通省では建設業の生産性向上を目的とした施策である i-construction が推進されており、ICT 施工の実施率は平成 28 年度の 36% から令和元年度には 79% へと増加した※。こうしたなか、建災防では、平成 29 年度「ICT を活用した労働災害防止対策のあり方に関する検討委員会」を設置して、建設工事の ICT 活用によって労働安全衛生水準向上に資する情報を収集・整理し、これをとりまとめて、平成 31 年 4 月より当協会ホームページに「労働災害防止のための ICT 活用データベース」として公開している。

昨年度実施した建設工事における VR 事例収集のプレ調査結果から、建設業では VR 教育の導入が進みつつあるものの、利用可能なコンテンツが限定的であり、利用コスト、待ち時間の制約が多い等、課題が明らかとなった。かかる状況を踏まえて、本年度の本調査では当該事例収集・整理を通じて、レジリエンス能力の向上が見込まれる効果的な安全衛生教育のあり方について検討するとともに、さらなる技術開発の促進及び VR 教育の普及を図るため、当該情報を整理・修正のうえデータベースに掲載することとする。

さらに、近年、自然災害が頻発する状況にあつて災害復旧・復興工事現場への ICT 活用は二次災害防止の観点からも期待が大きいことから、過去の災害発生事例に対して適応可能な ICT を検討したうえで整理し、今後の同種災害防止対策に資することとする。

※ 国土交通省:ICT 施工の実施状況, <https://www.mlit.go.jp/report/press/content/02 ICT.pdf>

1. 2 検討事項

- (1) 建設工事における VR 事例の収集及び整理について
- (2) VR 等を用いた安全衛生教育体系のあり方について
- (3) 災害復旧・復興工事の災害発生事例からみた ICT 活用の可能性について
- (4) その他

1. 3 委員名簿

○建山 和由	立命館大学 理工学部 環境都市工学科 教授
玉手 聡	独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 労働災害調査分析センター（併）建設安全研究グループ センター長
平野 良雄	労働安全コンサルタント（元 厚生労働省 労働基準局 安全衛生部長）
久保 久典	株式会社浅沼組 安全品質環境本部 安全部長（東京）
伊藤 勝啓	清水建設株式会社 安全環境本部 本部長
岡林 大二郎	一般社団法人日本建設機械施工協会 業務部 業務部長

<オブザーバー>

佐藤 誠	厚生労働省 労働基準局 安全衛生部 安全課 建設安全対策室 技術審査官
矢野 公久	国土交通省 総合政策局 公共事業企画調整課 施工安全企画室 課長補佐
渡邊 泰伴	国土交通省 大臣官房 技術調査課 課長補佐
宮澤 政裕	建設労務安全研究会 事務局長
濱島 京子	独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 機械システム安全研究グループ 上席研究員

<事務局>

本山 謙治	建設業労働災害防止協会 技術管理部長
田村 和佳子	建設業労働災害防止協会 技術管理部 計画課長代理
高野 星雅	建設業労働災害防止協会 技術管理部 計画課
寺本 新吾	建設業労働災害防止協会 技術管理部 計画課

※ ○印は、委員長

（順不同・敬称略）

2. 作業部会の設置

2. 1 趣旨・目的

建災防では、平成 29 年度より「ICT を活用した労働災害防止対策のあり方に関する検討委員会」を設置して、建設工事現場で ICT を活用することにより労働安全衛生水準の向上が期待される情報を収集・整理し、平成 31 年 4 月「労働災害防止のための ICT 活用データベース」として当協会ホームページに公開している。

近年、建設工事現場における ICT は生産性の向上等にとどまらず、直裁的に労働災害防止の効果を生むものとして、VR 等による安全衛生教育が注目を集めている。こうしたなか、建災防では、令和元年度 ICT を活用した労働災害防止対策のあり方に関する検討委員会の下に作業部会（WG）を設けて、建設工事における効果的な VR 教育のあり方を検討してきた。

昨年度実施の建設工事における VR 事例に関するプレ調査結果から、建設業では VR 教育の導入が進みつつあるものの、利用可能なコンテンツが限定的であり、利用コスト、待ち時間の制約等の課題があり、体系的な教育として位置づけられていないことが明らかとなった。

一方、同じく建災防の「建設業におけるメンタルヘルス対策のあり方に関する検討委員会」が昨年度実施した「建設工事現場のヒヤリハットに関する実態調査」の集計分析結果から、若年者ほどヒヤリハットの認識割合が低く、危険体感教育を含む現場での定期イベントを重視している傾向がわかった。さらに、現場では VR 教育等、新たな取組については目的、意識が明確でなく、その重要性が理解されていない可能性が示された。

コロナ禍において従前と異なる新たな生活様式が求められるなか、事態の変化を「学習」しながら「予見」「注視」し「対処」する能力（レジリエンス）は災害防止のみならず、より一層重視されるものと考えられる。

そこで、今年度の作業部会では、建設工事における VR 事例に関する本調査を実施して、当該事例の収集・整理を行い、レジリエンス能力の向上が見込まれる効果的な安全衛生教育のあり方について検討することとする。

2. 2 検討事項

- (1) 建設工事における VR 事例の収集及び整理について
- (2) VR 等を用いた安全衛生教育体系のあり方について
- (3) その他上記に関連する事項

2. 3 委員名簿

- 蒔苗 耕司 公立大学法人宮城大学 創造・開発学系／事業構想学群 教授
- 玉手 聡 独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所
労働災害調査分析センター（併）建設安全研究グループ センター長
- 久保 久典 株式会社浅沼組 安全品質環境本部 安全部長（東京）
- 伊藤 勝啓 清水建設株式会社 安全環境本部 本部長
- 宮澤 政裕 建設労務安全研究会 事務局長
- 濱島 京子 独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所
機械システム安全研究グループ 上席研究員

<オブザーバー>

- 佐藤 誠 厚生労働省 労働基準局 安全衛生部 安全課 建設安全対策室
技術審査官
- 加藤 正弘 ミドリ安全株式会社 営業統括本部 営業推進部 安全衛生相談室
担当部長
- 倉持 滋 株式会社つくし工房 営業部 次長
- 赤崎 信也 株式会社積木製作 取締役 マネージャー

<事務局>

- 本山 謙治 建設業労働災害防止協会 技術管理部長
- 田村 和佳子 建設業労働災害防止協会 技術管理部 計画課長代理
- 高野 星雅 建設業労働災害防止協会 技術管理部 計画課
- 寺本 新吾 建設業労働災害防止協会 技術管理部 計画課

※ ○印は、委員長

（順不同・敬称略）

3. 検討の経緯

第1回委員会

日時 令和2年8月31日 10:00～12:00

場所 web 会議

議題

1) 報告事項

- ア 「令和2年度 ICT を活用した労働災害防止対策のあり方に関する検討委員会」及び作業部会（WG）設置趣旨及び検討事項について
- イ 「令和2年度 ICT を活用した労働災害防止対策のあり方に関する検討委員会」報告書（完成版）について
- ウ 労働災害防止のための ICT 活用データベースの運用状況について

2) 検討事項

- ア VR 等安全衛生教育の事例収集調査の実施について
 - ① 建設工事における VR 教育事例に関する調査（建設労務安全研究会、建設事業者向け）
 - ② 建設工事における VR 教育コンテンツに関する調査（メーカー向け）
- イ 厚生労働省提案事項（ICT 技術を活用した建設用機械の運転技術を踏まえた労働災害防止対策のあり方について）について

3) その他

配布資料

- 資料No.1-1 令和2年度 ICT を活用した労働災害防止対策のあり方に関する検討委員会及び作業部会（WG）設置要綱
- 資料No.1-2 令和2年度 ICT を活用した労働災害防止対策のあり方に関する検討委員会及び作業部会（WG）委員名簿
- 資料No.1-3 「令和元年度 ICT を活用した労働災害防止対策のあり方に関する検討委員会」報告書（完成版）
- 資料No.1-4 ICT 活用データベースの運用状況について
- 資料No.1-5 建設工事における VR 教育事例に関する調査
(建設労務安全研究会、建設事業者向け)
- 資料No.1-6 厚生労働省提出資料：ICT 技術を活用した建設用機械の運転技術を踏まえた労働災害防止対策のあり方について
- 参考資料 1 建設工事における VR 教育事例 試行実施調査にかかる新聞記事
(令和2年6月18日付)
- 参考資料 2 特集Ⅱ 無人化施工で本質安全化—災害復旧工事の ICT 活用,
安全スタッフ, 2360, 30-33, 2020
- 参考資料 3 国土交通省大臣官房技術調査課プレスリリース, 「建設機械の安全装置に関する技術」の試験方法等に対する意見募集 (令和2年7月10日付)
- 参考資料 4 玉石重機 HP, 「http://www.tamaishi.co.jp/tech_rc.html」
- 参考資料 5 労働災害防止のための ICT 活用データベース リーフレット
(令和2年版)

第2回委員会

日時 令和2年12月21日 10:00～12:00

場所 web会議

議題

1) 報告事項

ア 労働災害防止のためのICT活用データベースの運用状況について

2) 検討事項

ア 建設工事におけるVR教育事例に関する調査（中間報告）について

イ VR事例のデータベース掲載方法について

ウ 最近のICT施策の動向を踏まえた今後の検討方針について

・インフラ分野におけるDX

・建設機械の自動運転

・パワーアシストスーツ など

3) その他

配布資料

資料No.2-1 ICT活用データベースの運用状況について

資料No.2-2 労働災害防止のためのICT活用データベース申請審査委員会
(第6回～第7回)

資料No.2-3 建設工事におけるVR教育事例に関する調査（中間報告）

資料No.2-4 VR教育事例に関する実態調査意見まとめ

資料No.2-5 VR事例のデータベース掲載方法（案）

資料No.2-6 労働災害防止のためのICT活用データベース（VR事例）申請書
(活用事例) 案（3社分）

資料No.2-7 「VRに期待すること」データベース掲載案

資料No.2-8 インフラ分野のDXの推進に関する資料（国土交通省）

資料No.2-9 無人化施工に関する資料（国土交通省）

資料No.2-10 パワーアシストスーツに関する資料（国土交通省）

参考資料1 労働災害防止のためのICT活用データベース 活用事例の紹介，
建設の安全，2020.4～12

第3回委員会

日時 令和3年3月8日 15:00～17:00

場所 web会議

議題

1) 検討事項

ア 令和2年度 ICT を活用した労働災害防止対策のあり方に関する検討委員会
報告書案について

イ 次年度の検討課題について

2) その他

配布資料

- 資料No.3-1 令和2年度 ICT を活用した労働災害防止対策のあり方に関する検討委員会報告書案
- 資料No.3-2 国土交通省：インフラ分野のデジタル・トランスフォーメーション(DX) 施策一覧
- 参考資料1 労働災害防止のための ICT 活用データベース 活用事例の紹介，建設の安全，2021.1・2～3
- 参考資料2 厚生労働省委託事業「外国人安全衛生管理支援事業（安全衛生教育教材の作成）」リーフレット
- 参考資料3 建設業労働災害防止協会令3.2.9 付け新聞発表「Safety I + Safety II の新たな安全衛生活動を誘導する「新ヒヤリハット報告」を開発」
- 追加資料1 令和2年度第2回「ICT を活用した労働災害防止対策のあり方に関する検討委員」合同委員会 議事要旨案
- 追加資料2 A社における無人化施工例

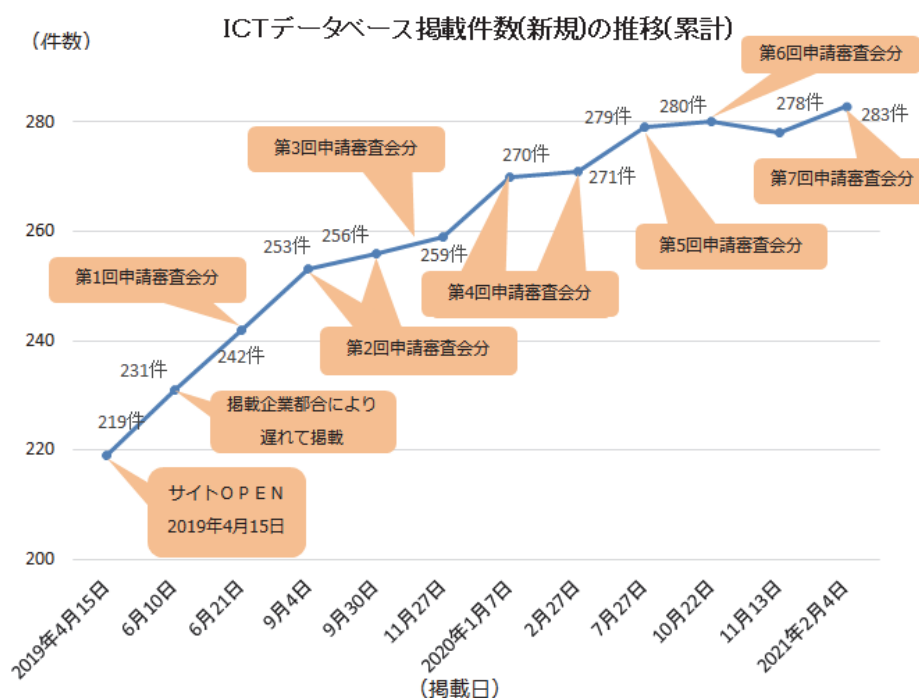
第2章 労働災害防止のための ICT 活用データベースの運用状況

本章では、平成31年4月に運用を開始した「労働災害防止のための ICT 活用データベース（以下、ICT 活用データベースという）」について、令和2年度における利用状況、掲載内容等を示す。

1.1 ICT 活用データベース事例掲載件数

まず、ICT 活用データベースの事例掲載件数をみると、令和元年度末（2020.2.27）に271件であったところ、本年度末（2021.2.4）には283件（前年度比12件増、公開時比64件増）となった。令和2年度は申請審査委員会を3回開催したものであるが、ここにおいて審査された事例は、新規15件（活用事例2件、研究開発事例13件）、変更3件（活用事例1件、研究開発事例2件）であった。さらに、既掲載事例3件（活用事例2件、研究開発事例1件）は申請者の申出により削除することとなった。

掲載日	活用事例			研究開発事例			累計	備考
	新規	削除	変更	新規	削除	変更		
2019/4/15	209			10			219件	オープン時
2019/6/10	12						231件	申請者都合で遅れて掲載
2019/6/21	10			1			242件	6/4申請審査会分
2019/9/4	3			8			253件	8/22申請審査会分
2019/9/30	3			0			256件	8/22申請審査会分
2019/11/27	3		1	0			259件	10/18申請審査会分
2020/1/17	2			9			270件	12/12申請審査会分
2020/2/27	1			0			271件	12/12申請審査会分
2020/7/27	1			7			279件	6/17申請審査会分
2020/10/22	1			1	1	2	280件	8/17申請審査会分
2020/11/13		2					278件	11/13申請者依頼により2件削除
2021/2/4			1	5			283件	12/21申請審査会分
計	243件			40件			283件	

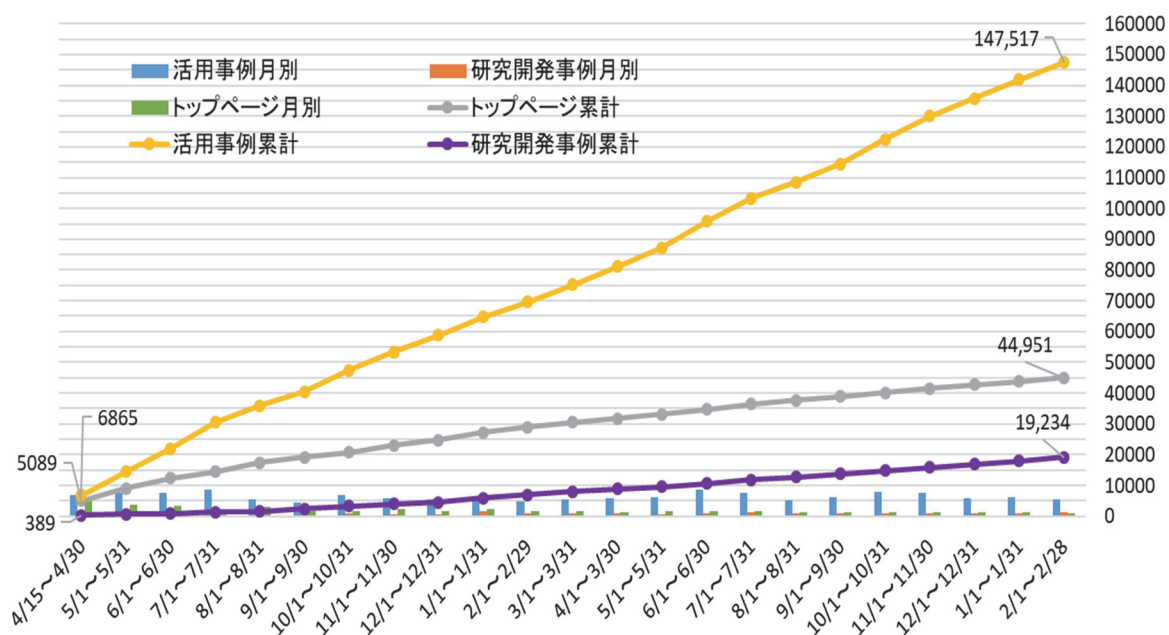


1.2 データベース関連ページのアクセス状況

次に、ICT 活用データベースのページ別のアクセス回数をみると、ICT トップページ 44,951 回（前年度比 16,067 増）、ICT 活用事例 147,517 回（前年度比 77,831 増）、ICT 研究開発事例 19,234 回（前年度比 12,189 増）、研究開発が望まれる ICT 2,159 回（前年度比 611 増）となった。なお、カウントの対象期間は、2019 年 4 月 15 日から 2021 年 2 月 28 日である。以下、同様。

	アクセス回数 (2019/4/15～2021/2/28)	増減 (2020/4/1～2021/2/28)
ICT トップページ	44,951 回	+16,067
ICT 活用事例	147,517 回	+77,831
ICT 研究開発事例	19,234 回	+12,189
研究開発が望まれる ICT	2,159 回	+611

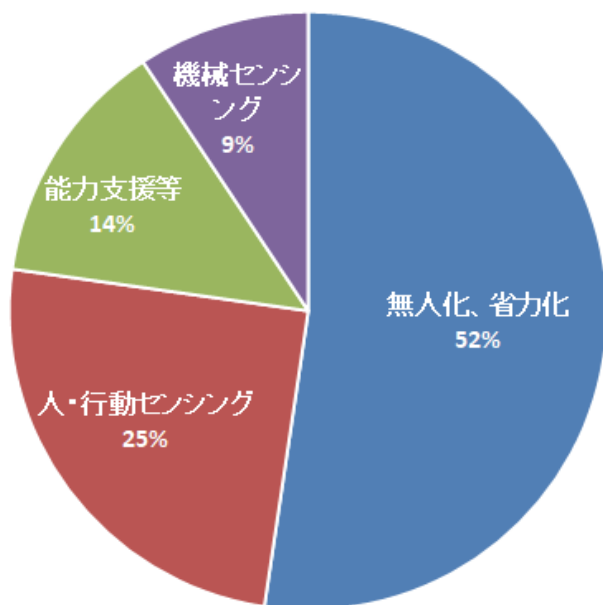
ICT データベースアクセス回数の推移（累計、月別）



1.3 カテゴリー検索の利用状況（抜粋）

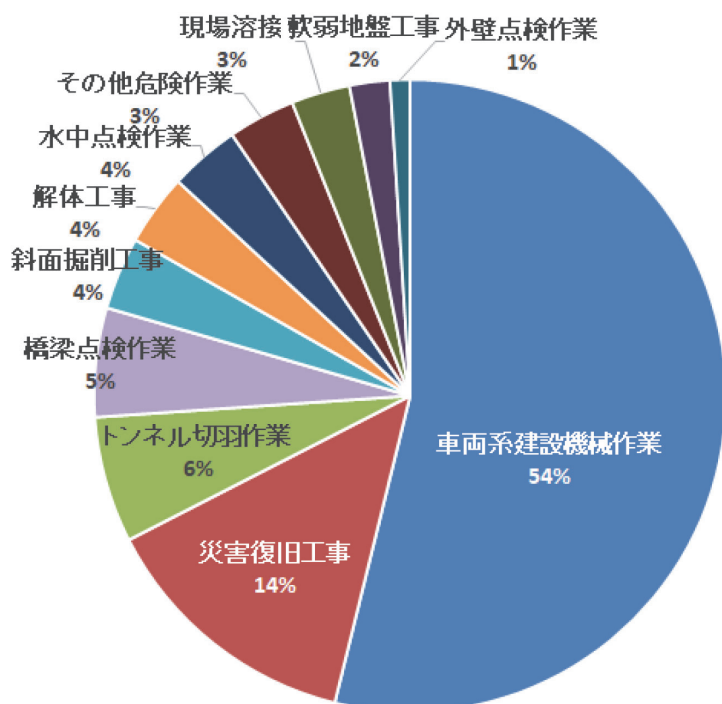
カテゴリー検索の利用状況について、活用分類、リスクの高い作業、抑止可能な事故の型の3つの主たるカテゴリーを整理した。

1) 活用分類



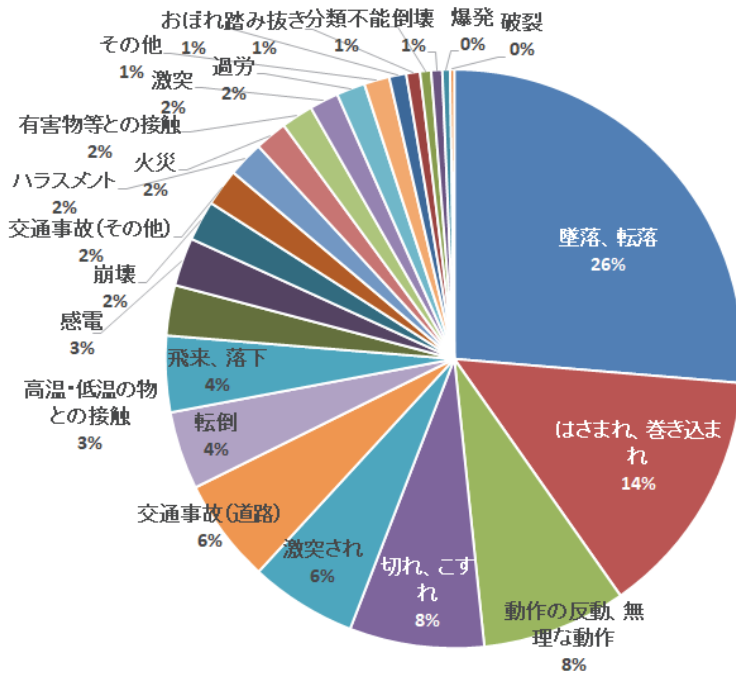
活用分類では、無人化、省力化 52%（前年比 2%増）、人・行動センシング 25%（前年比 2%減）、能力支援 14%（前年比同率）となった。

2) 危険対策作業（リスクの高い作業）



リスクの高い作業では、車両系建設機械作業 54%（前年比 23%増）、災害復旧工事 14%（前年比 2%減）、トンネル切羽作業 6%（前年比 6%減）となった。

3) 抑止可能なリスク(事故の型)

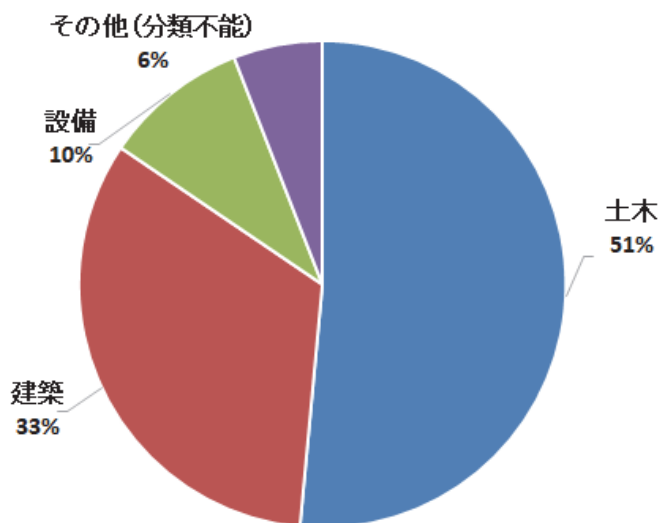


抑止可能な事故の型では、墜落・転落26%（前年比10%減）、はさまれ・巻き込まれ14%（前年比2%増）、動作の反動、無理な動作8%（前年比5%増）となった。

2. ICT 活用データベース掲載事例の分類

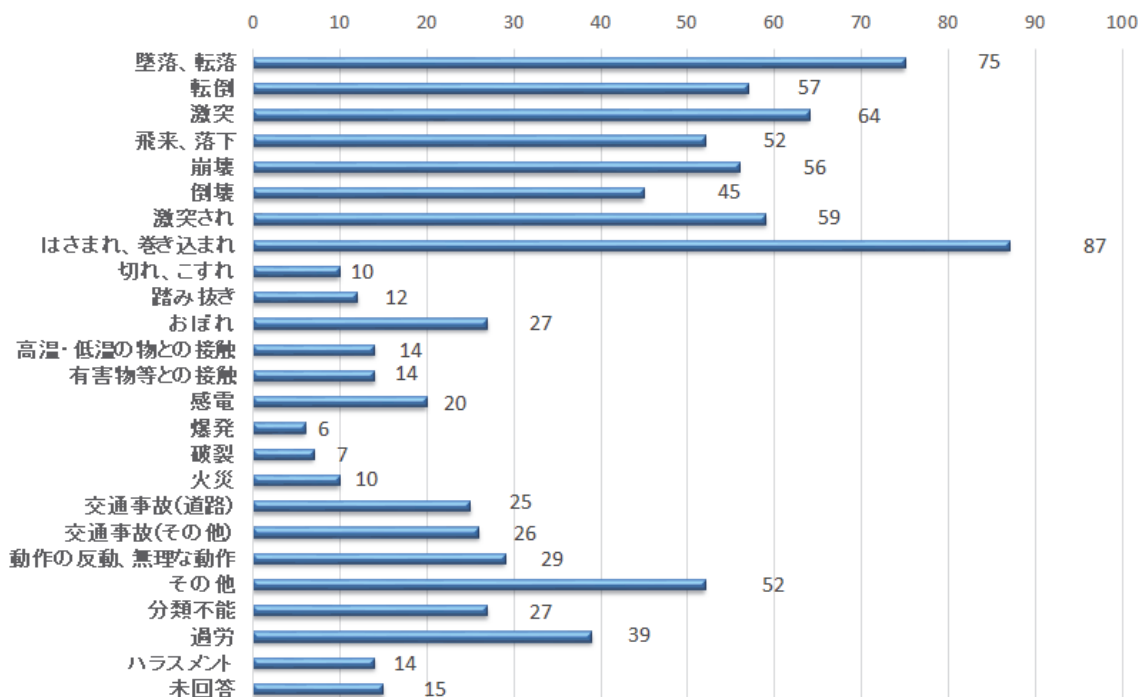
ICT 活用データベース掲載事例について、適用工事、抑止可能なリスク（災害の種類）、危険対策作業等、センシング、デバイスの分類別に、整理した。

1) 適用工事(重複・割合)



適用工事では、土木51%（前年度1%減）、建築33%（前年度同率）、設備10%（前年度1%増）。

2) 抑止可能なリスク（災害の種類）（重複・件数）

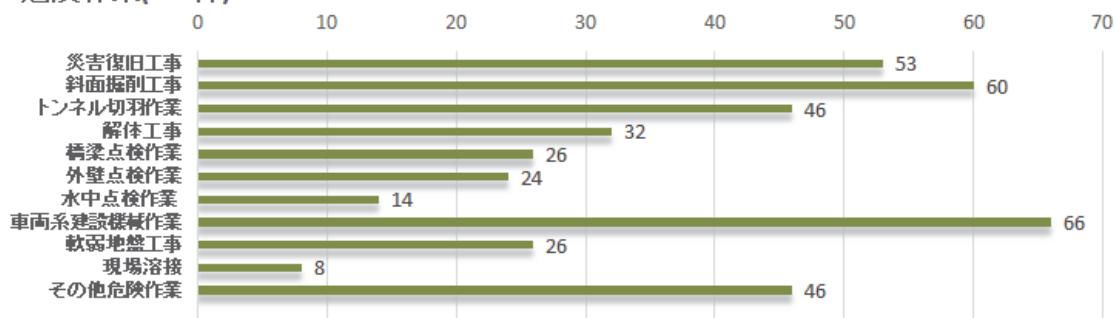


抑止可能なリスク（災害の種類）では、はさまれ、巻き込まれ 87 件（前年度比 5 件増）、墜落、転落 75 件（前年度比 3 件増）、激突 61 件（前年度比同数）となった。

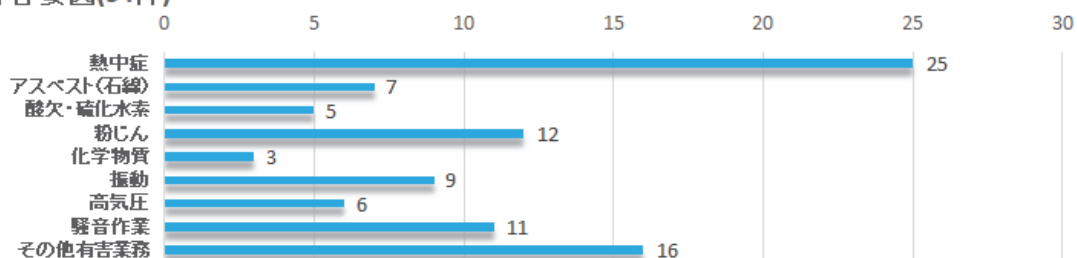
3) 危険作業等（重複・件数）

危険作業、有害要因、職場環境改善・メンタルヘルスの 3 つの対策別カテゴリーから整理すると、多い順に、危険作業（401 件・前年度比 26 件増）では、車両系建設機械作業 66 件（前年度比 5 件増）、斜面掘削工事 60 件（前年度比 4 件）となった。また、有害要因（94 件・前年度比 5 件減）では、熱中症 25 件（昨年度同数）、粉じん 12 件（昨年度同数）が多い。職場環境改善・メンタルヘルス（368 件・前年度比 19 件増）については、生産性の向上 141 件（前年度比 6 件）、不安全行動の抑止 91 件（前年度比 4 件）となった。

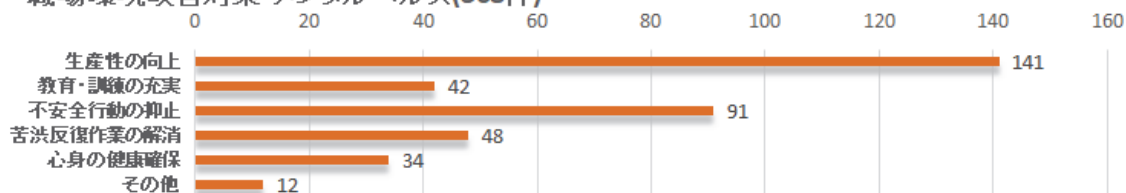
危険作業(401件)



有害要因(94件)

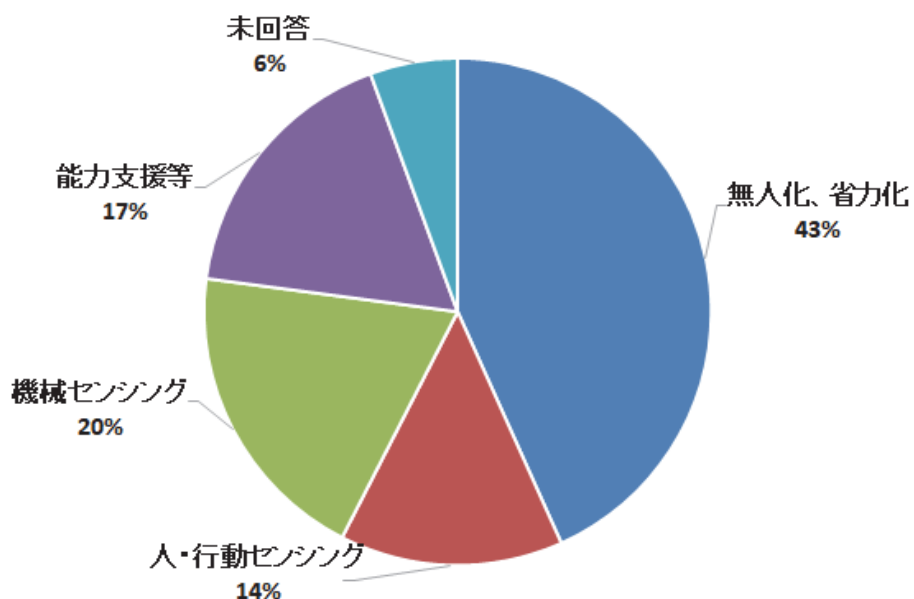


職場環境改善対策-メンタルヘルス(368件)



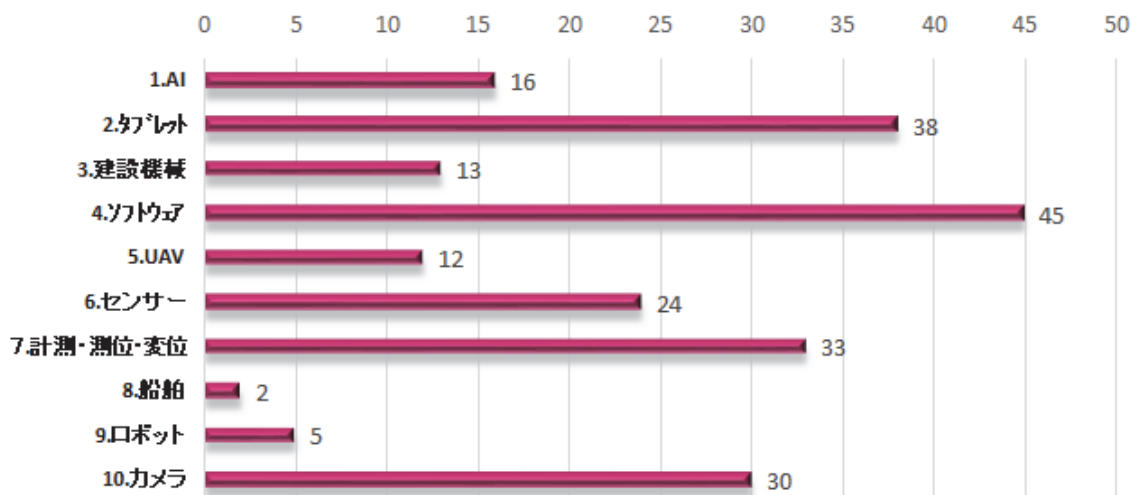
4) センシング (重複・割合)

センシング別にみると、無人化、省力化 43% (前年比 1%減)、機械センシング 20% (前年比同率) の順に多い。



- 1.無人化、省力化 : 人間が危険場所に接近、接触せずに作業ができる工法・機器等
 - 2.人・行動センシング: 人間に感知させる、人間の能力を支援する機器等
 - 3.機械センシング : 機械によって感知、制御する機器等
 - 4.能力支援等 : 1.~3.以外のツール

5) デバイス（重複・割合）



デバイス別では、ソフトウェア 45 件（前年比 11 件増）が最も多く、次いでタブレット 38 件（前年比 10 件増）、計測・測位・変位 33 件（前年比 4 件増）となった。

3. まとめ

令和 2 年度の ICT データベース運用状況は、まず ICT 活用データベースの事例掲載件数をみると、令和元年度末（2020.2.27）の 271 件から、本年度末（2021.2.28）には 283 件となり、前年度比では 12 件、公開時比では 64 件の増加となった。令和 2 年度の審査事例は、新規 15 件（活用事例 2 件、研究開発事例 13 件）、変更 3 件（活用事例 1 件、研究開発事例 2 件）の計 18 件であったが、既掲載事例 3 件（活用事例 2 件、研究開発事例 1 件）について申請者の申出により削除することとなったため、純増件数としては 12 件となった。

また、ICT 活用データベースのページ別のアクセス回数をみると、ICT 活用事例は前年度比 77,831 増の 147,517 回、ICT 研究開発事例も前年度比 12,189 増の 19,234 回となっており、前年度のアクセス件数を上回っている。

とりわけ、カテゴリー検索の利用状況をみると、活用分類では、無人化・省力化 52%（前年比 2%増）、危険対策作業（リスクの高い作業）では車両系建設機械作業 54%（前年比 23%増）、抑止可能なリスク（事後の型）は、はさまれ・巻き込まれ 14%（前年比 2%増）、動作の反動・無理な動作 8%（前年度比 5%増）と、いずれも前年度よりアクセス回数が伸びているものがある。

このような状況を踏まえ、令和 3 年度以降についても、継続した新規事例の審査・掲載及び既存事例の情報更新を行っていく必要がある。

第3章 建設工事におけるVR教育事例に関する実態調査結果

1. 調査の概要

1. 1 調査の目的

昨今、災害の疑似体験をリアルに学ぶことができるVR等を活用した体験型の安全教育が全産業で注目されている。このVR教育は作業時の危険感受性を高めるために有効であることが指摘され、今後、大幅な普及が見込まれている。

そこで、実際に建設工事で活用されているVR事例を収集し、VRの内容やその効果と課題等を整理して、より効果的な活用方法等の情報を当協会のICTデータベースに掲載することにより、広く建設工事の災害防止に役立てることを目的として調査を実施する。

1. 2 調査の実施方法

調査は、建設工事で活用されているVR教育事例及び活用方法について調査するため、選択式と自由記述式を組み合わせたアンケート方式によって実施された（調査票は、巻末資料61頁に掲載）。

まず、VR教育の実施の有無を問うた上で、VR教育を実施している場合は、その内容を1社あたり現場及び店社それぞれ5事例程度の提出を求めた。一方、VR教育を実施していないが、VR教育の実施を検討したことがある場合は、その理由を聞いた。

調査対象期間は、令和2年9月8日～同年10月7日とし、アンケートは建設労務安全研究会に所属する建設事業者37社を対象として、メールで調査用紙を送付し、同じくメールによって回答済み調査票の返信を得た。

1. 3 調査の対象

対象は、建設労務安全研究会に所属する建設事業者37社であり、29社、58件の回答を得た。

1. 4 調査の質問項目

質問は、VR教育の実施の有無をQ1で問うた上で、実施している場合はQ2、未実施の場合はQ3の各項目に回答してもらうこととした。

VR教育を実施している場合（Q2）の質問項目は、次の30項目である。

①企業名、②担当者・連絡先、③コンテンツの内容（工事の種類）、④コンテンツの種類（災害の種類）、⑤教材名、⑥技術、⑦BIM/CIM連携の有無、⑧HMD、⑨付帯技術、⑩開発年次、⑪自社開発/他社開発、⑫映像、⑬体感装置、⑭概要、⑮利用状況、⑯実施場所（場面）、⑰設置、⑱対象者、⑲教育区分、⑳一度に教育する人数、㉑体験時間、㉒教育の実施手順、㉓VRを活用した目的、㉔VRを活用して得られた効果、㉕課題、㉖効果を上げるために必要

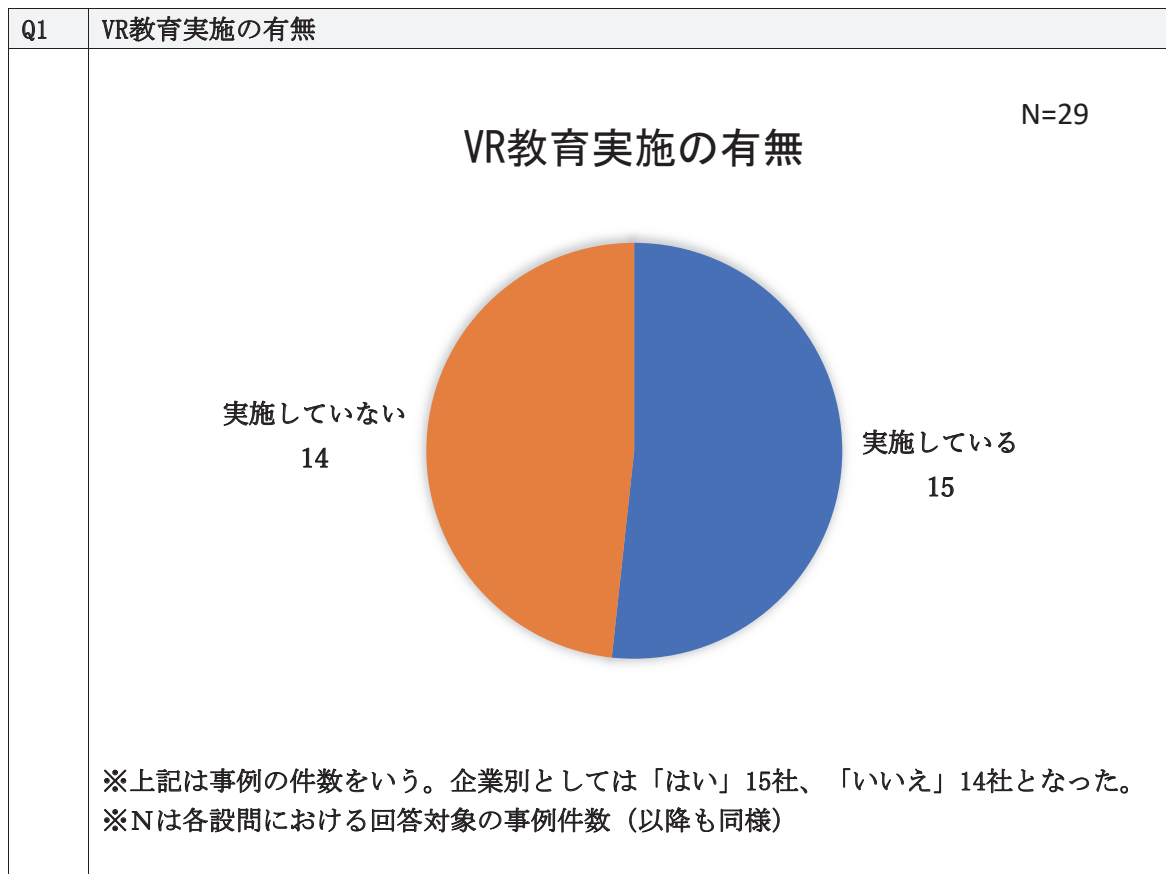
なこと、⑳今後、VRに期待すること、㉑技術の所有権等、権利関係、㉒画像、㉓備考（意見等）。その回答方式としては、⑥、⑧、⑪～⑬、⑯、⑰、⑲、㉔を選択式の単一回答、③、④、⑨、⑱を選択式の複数回答、㉕、㉖を選択式の上位3位回答とし、①、②、⑤、⑭、⑮、⑳～㉒、㉔、㉖、㉗、㉘、㉙の13項目については自由記述式とした。

また、VR教育を実施していない場合（Q3）は、VR教育を活用していない理由（Q3-1）として、次の6項目の回答を求めた。①企業名、②担当者・連絡先、③VRを活用しない理由、④課題、⑤VRに期待すること、⑥VR導入検討の有無。⑥は選択式の単一回答、④は選択式の上位3位回答、①～③、⑤は自由記述式とした。

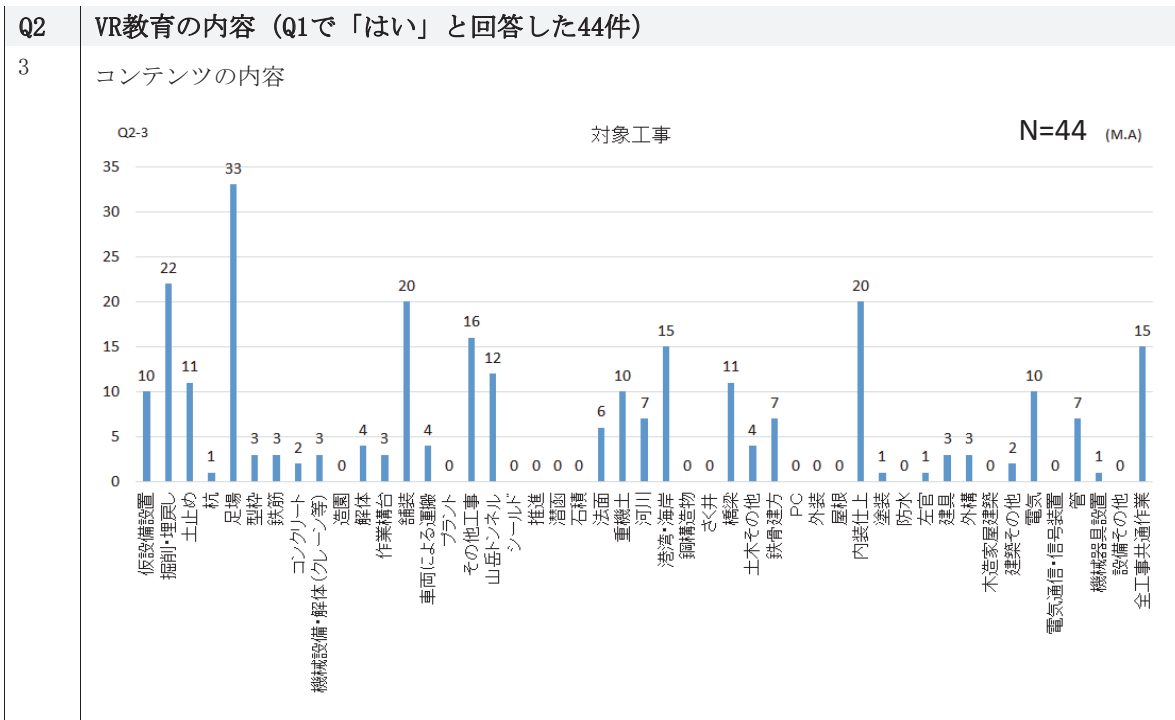
さらに、VR教育を実施していないが、VR導入を検討したと回答した事業者に対し、活用しようとしたVRの内容（Q3-2）について、次の19項目で回答を求めた。⑦コンテンツの内容（工事の種類）、⑧コンテンツの内容（災害等の種類）、⑨教材名、⑩技術、⑪BIM/CIM連携の有無、⑫HMD、⑬付帯技術、⑭開発年次、⑮自社開発/他社開発、⑯映像、⑰体感装置、⑱概要、⑲利用状況、⑳実施場所（場面）、㉑設置、㉒対象者、㉓教育区分、㉔一度に教育する人数、㉕体験時間、㉖教育の実施手順、㉗備考（意見等）。なお、Q3-2の質問項目については、Q2の③～㉒、㉓と同様の質問肢を設定した。

2 実態調査の集計結果（単純集計）

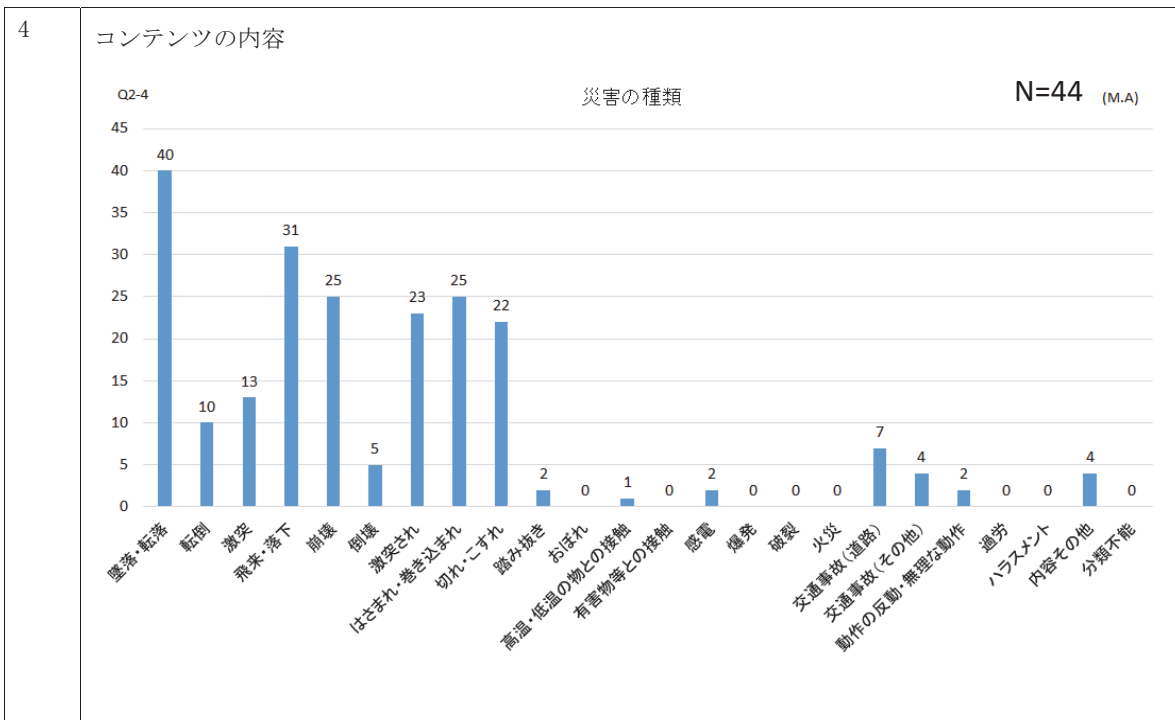
本調査の集計結果を以下に示す。



VR教育実施の有無についてみると、実施していると回答した企業は15社（51.7%）、実施していないとした企業は14社（48.2%）となり、建設現場又は店社等における44件のVR教育事例を収集した。

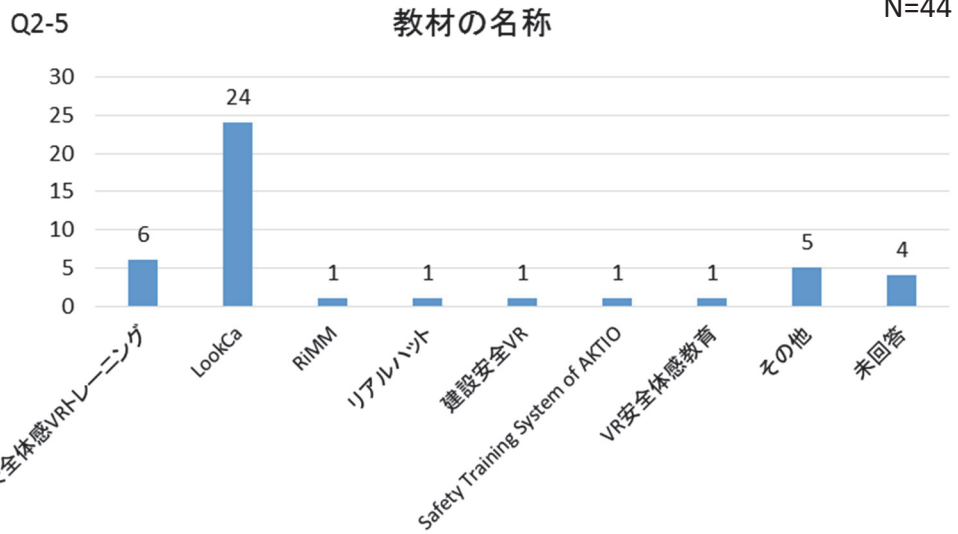


VR教育のコンテンツの内容（工事の種類）をみると、多い順に足場33件、掘削・埋戻し22件、塗装20件、内装仕上げ20件となった。一方、造園、プラント、シールド、推進、潜函、石積、鋼構造物、さく井、PC、外装、屋根、防水、木造家屋建築工事、電気通信・信号装置、設備その他は0件となった。



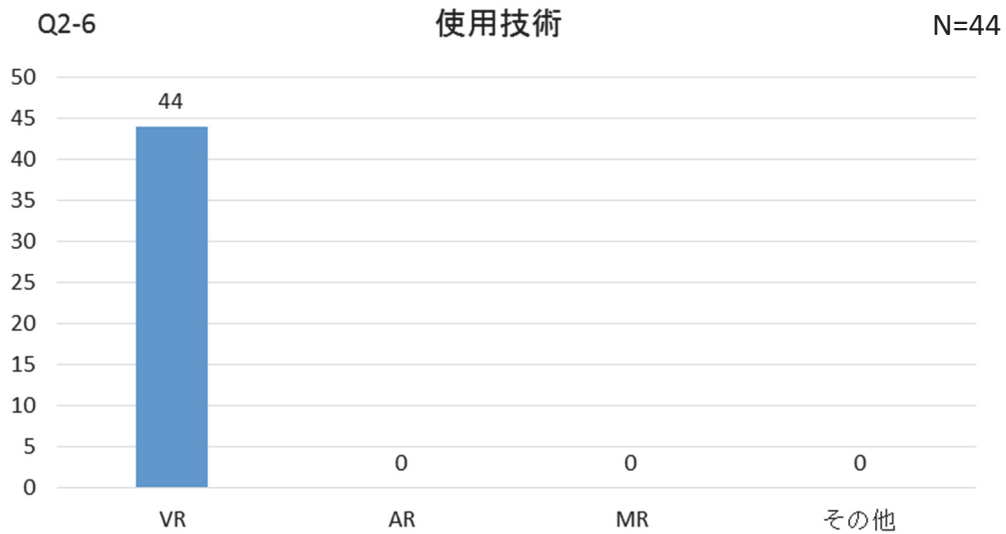
コンテンツの内容（災害の種類）では、墜落・転落40件が最も多く、次いで飛来・落下31件、崩壊25件、はさまれ・巻き込まれ25件となっている。一方、おぼれ、有害物等との接触、爆発、破裂、火災、過労、ハラスメントは0件となった。

5



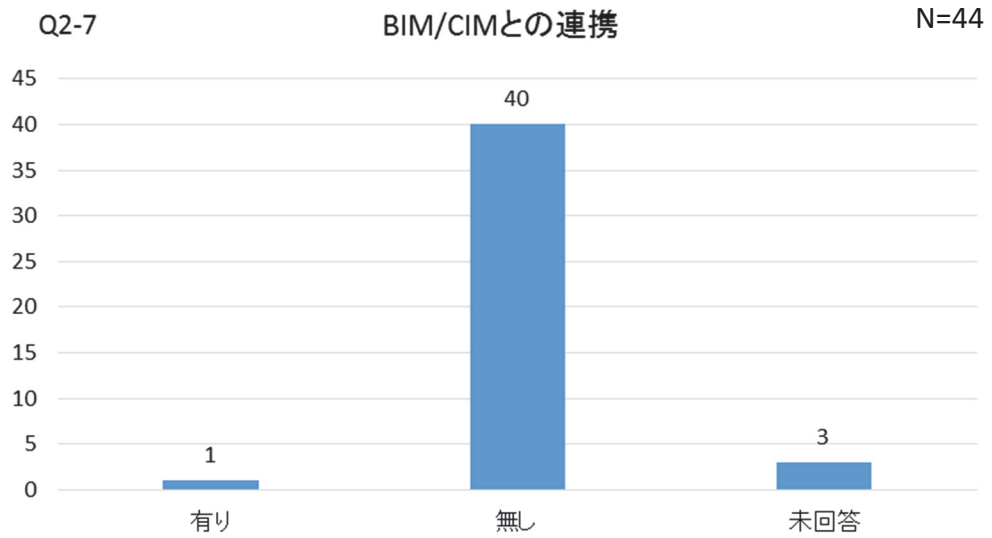
教材の名称をみると、LookCa 24件、安全体感VRトレーニング6件の順に多い。

6



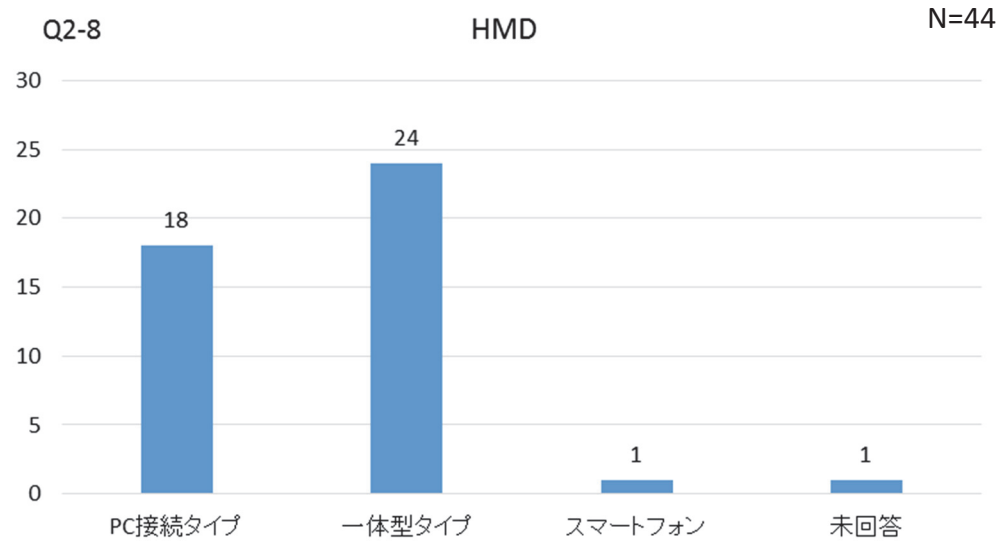
当該VR教材の技術をみると、VR 44件であった。

7



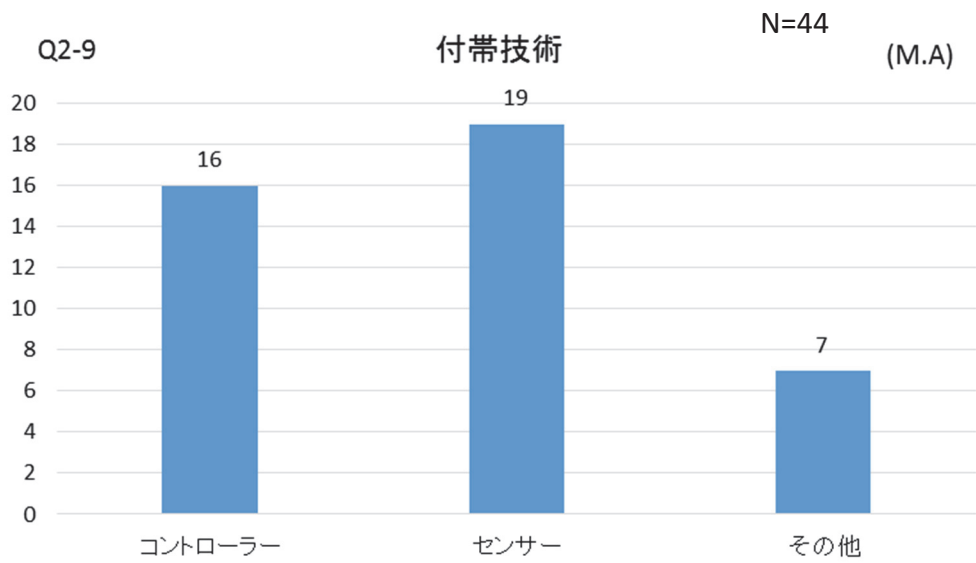
BIM/CIM連携の状況では、無しが40件となった。

8



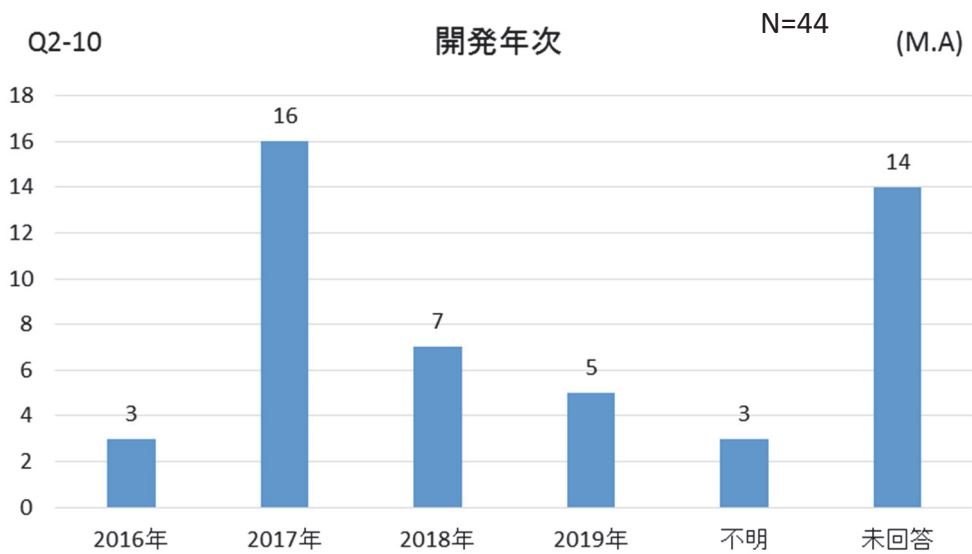
HMDの状況については、一体型タイプ24件、PC接続タイプ18件となった。

9



付帯技術では、センサーが19件、コントローラー16件となった。

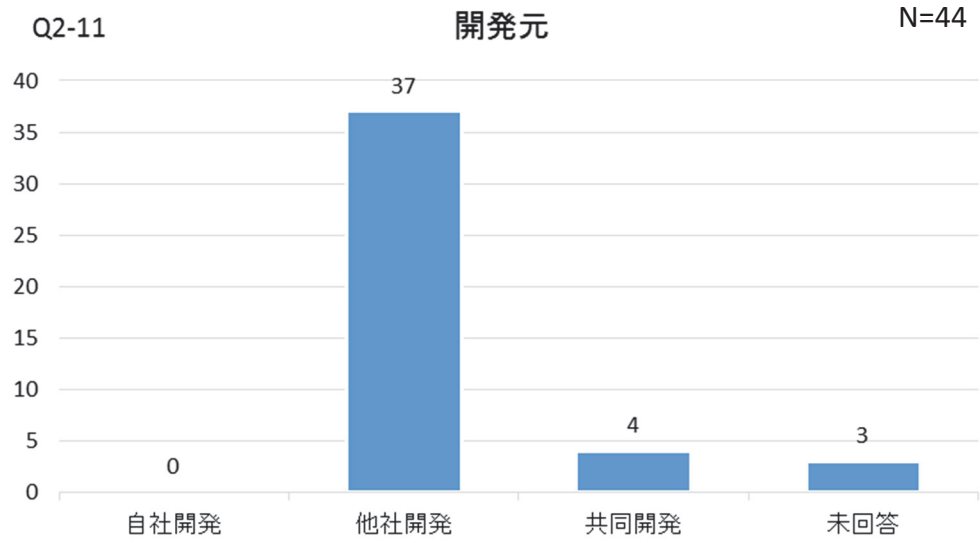
10



開発年次をみると、2017年16件で最多となり、次いで2018年7件、2019年5件となった。

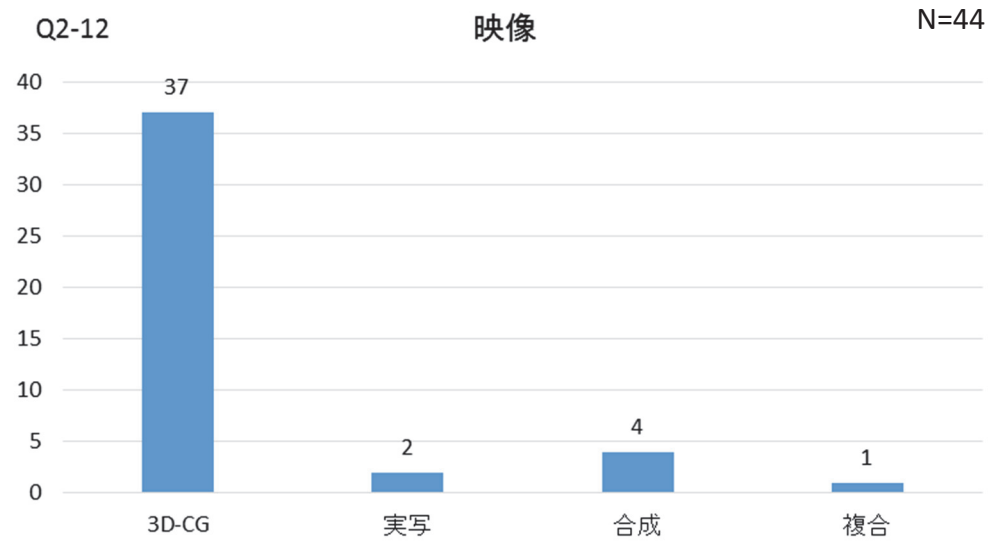
11

自社開発／他社開発

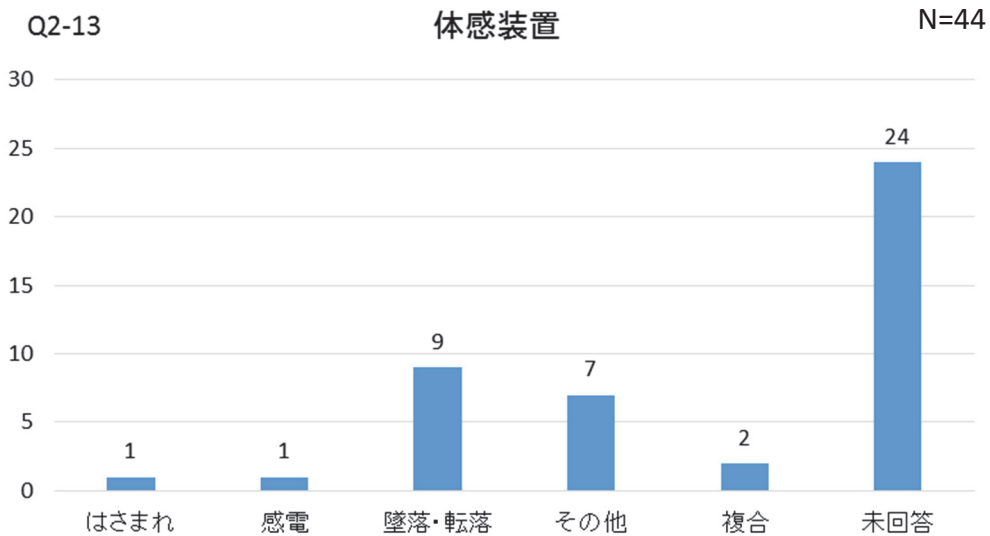


開発元をみると、他社開発37件、共同開発4件となった。

12



映像については、3D-CG 37件、合成4件、実写2件となった。



体感装置では、墜落・転落9件、複合型2件となった。

概要

- ・ VR空間内を360°自由に動くことができる。3D映像やストーリーにリアリティがある。
- ・ これまで、災害事故は実際に体験させることができないことからなぜ起こったのか、何が問題だったのかを身を感じながら学ぶことはできなかった。そこで、当社はVR技術を活用してVR空間の建設現場を作り、そこで災害事故を疑似体験し、災害事故に繋がる要因を学ぶことで、自らがどのような行動をとれば災害事故を防げたのかを気付かせるVR体験型安全衛生教育システムを開発した。体験型学習は建設業における三大災害について作成し、内容は足場作業時の墜落転落、飛来落下、クレーン作業時の吊荷の落下、接触、クレーンの転倒、ボックスカルバート打設作業時の型枠・支保工の倒壊崩壊の3篇を制作した。
- ・ 専用の会場や大掛かりな装置の準備を必要とするセンサー型と異なり、ヘッドマウントディスプレイとヘッドホンのみで構成されているため、現場内で多くの作業員に手軽に体験してもらうことに適している。
- ・ 実際の災害事例を参考に作成したシナリオの世界で、現実に体験することは難しい被災体験をして、被災しないためにどうしたらよいかを試行錯誤し、「安全対策で何が必要なのか」を学習する。
- ・ 過去に実際に発生した災害を基に、独自の内容で新たなコンテンツを作成した。
- ・ ヘッドマウントディスプレイとヘッドホンによるVR体験
- ・ 遠隔操作中のオペレータが、建設機械の操縦室内からの視界と音、車両の傾きや振動をリアルに体感することで、実際の搭乗操作に近い感覚で遠隔操作を可能にする技術である。建設機械側では、360度カメラと加速度センサーを操縦室内に取付け、搭乗操作目線での視界(映像)と音および建設機械の動きを配信する。遠隔操作室側では、ジョイスティックで建設機械を遠隔操作、建設機械側で配信した360度映像をVRコックピットのディスプレイとHMDで表示、音をスピーカーで再生すると同時に、加速度センサーによる建設機械の傾きや振動をモーションベースの駆動により実現する。
- ・ VRによる事故事例の体験
- ・ 若者や未熟労働者の危険感受性を高める方法として、「危険体感(疑似体験)」が有効と考えら

れており、「安全を確保」しつつ「危険体感」をする方法がVRです。ゲームのように遊び感覚にならず、作業にひそむ「怖さ」を体感し、安全意識を高めるコンテンツを多数用意しています。

- ・ 鉄骨の上を歩くVR教育の実施。適正に安全帯を使用しないと、地上に落下してしまう。
- ・ 実際に発生した死亡災害を分析し、発生時の状況が再現されています。
- ・ 2019年より新たに開発した実写版VR（V-SAT）は、実際に発生した災害事例を3Dカメラで社員が撮影し、コンテンツ化している。毎月2本のコンテンツ制作を目標としている。利用方法は、作業所に配備したHMDを社内イントラネットにアクセスし、更新されたコンテンツをダウンロードして視聴する。
- ・ VIVE（HDM）：鉄骨梁からの墜落体験、外部足場からの墜落体験、バックホウと人とのはさまれ・巻き込まれ体験
労働災害疑似体験VRシステム セーフマスター：丸ノコでの切創体験
visiMAX（当社開発製品）：外部足場からの墜落体験、ローリングタワーでの墜落体験
- ・ 可搬式作業台を使用した作業、開口部廻りの作業、外部仮設足場の点検の3タイプの作業について作成した。与えられた課題を正しい作業手順で作業を完了し、危険な行為をしなかった場合は高得点を与えるよう採点・評価する。また危険体感コースを設けて作業における危険だけを体験できるようにもしている。
- ・ 弊社、A社、B社の3社で安全教育のノウハウをC社へ提供し作成したソフトを利用
- ・ 建設災害10種 交通災害4種 計14種のVR教材。ヘッドマウントディスプレイ装着による映写。持ち運び可能
- ・ 問題形式になっていて、危険個所を見つけ出し点数を競う。すべてをクリアするまで、何回も繰り返し学習し身に着けることができる。
- ・ 支店内教育や作業所への貸し出しをしている。
- ・ 工事現場における様々な災害の被災者として体験ができる。自分が体験したい災害に視線を合わせVR本体にある決定ボタンを押すと、映像が始まる。ヘッドフォンからは、自分が今何の工事のどの工種の作業を行っているかの説明等が流れる。危険行為を行い被災。目の前が真っ赤に染まる。その後、反省として同じ映像で注意点の解説が流れる。
- ・ VR機をはめて映像と音声で災害を体感
- ・ VR技術を応用した危険感受性を高めるための教育に使用
- ・ D社は、社内向けに安全体感教育を展開してきた。23種類の安全体感教育のうち「墜落」「転落」「やけど」をVRに置き換えた。「やけど」の体験では、実際にグラインダーという鉄管の切断機を持つ。手に持った切断機が実際に動くことで、聴覚や触覚も刺激され、より現実味を持って体験できる。途中火花が飛び散るシーンでは、多くの作業員が火花を避けるように顔を背ける。今までこうした研修は、ビデオやマネキンを高所から落下させるなどといった方法で実施していた。問題は、自分のことだという感覚がどうしても欠けてしまうこと。事故を現実起こすわけにはいかないが、「ちょっとした油断が人の死につながるのが我々の現場。実際に身をもって危険を体験してもらうことが重要だった。」
- ・ ゴーグルタイプのものを装着して体験
- ・ 工事現場の安全教育において、VR技術を活用した事故体験によって労働災害意識を高めるシステムで、従来は、安全教育用ビデオ視聴で対応していた。本技術の活用により、各種災害の仮想体験により危険意識を高めることができるため、安全性の向上が期待できる。
- ・ 機器がコンパクトで手軽に持ち運び出来る為、どこでも体験及び学習が可能

概要としては、ヘッドマウントディスプレイを用いたVR教材を利用しているとの回答が多い中、目的に合わせた独自のコンテンツを作成して活用しているケースもあった。

利用状況

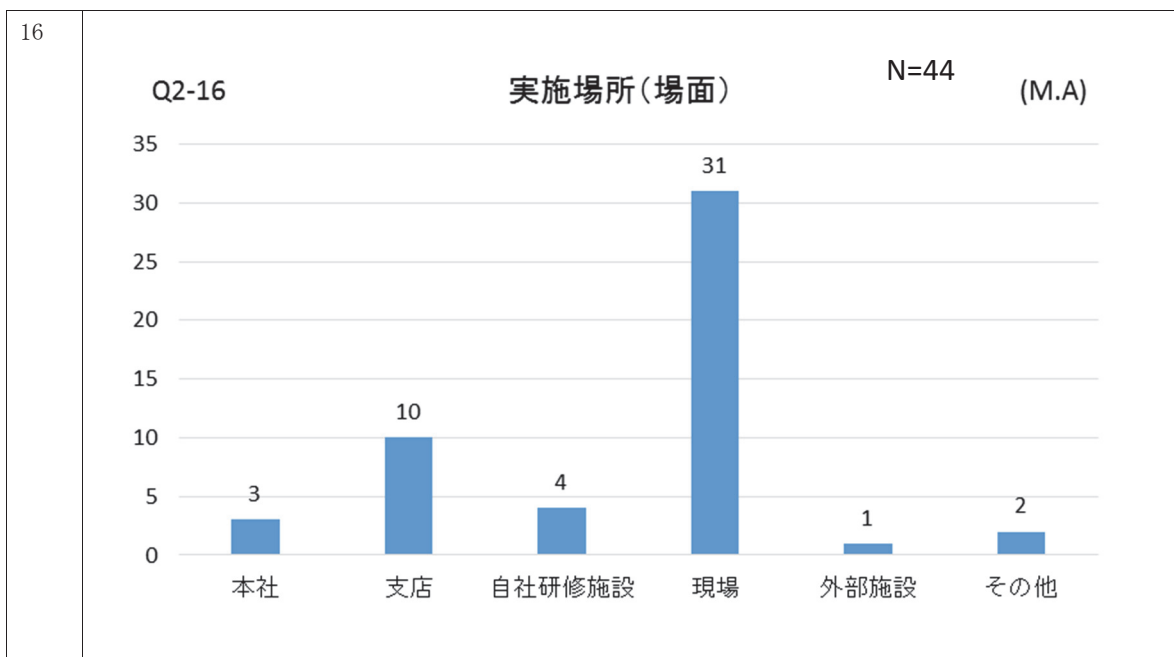
- ・ 平均 15人/月 利用
- ・ 基本は現場からの依頼があった際に活用、2018年度～2019年度にかけて、16件の現場で290名に安全教育を実施した。また、社内外で9件、本システムのPRを行い、97名が本システムについて体験した。使用頻度としては1ヵ月間に1件～2件で行われていた。
- ・ 当団体はE社の取引専門工事業者を会員として組成している安全衛生環境事業協力を目的とした業者協力団体の内、安全・衛生・環境の管理に係る教材開発の検討・助言、支店組織への展開を所掌する、分科会組織である。年2回の協議会議体においてVRコンテンツ視聴および討議を行い、現場作業員への有効性を検討している。
- ・ VR新作コンテンツが配信されたら機器にダウンロードして災防協後等に作業員に体験視聴してもらう。入場者が全員視聴するように定期的に視聴会を開催した。
- ・ 当作業所工事は官庁発注者の指定により月一回の関係者安全教育が義務付けられているため、その際に順次体験視聴してもらい、全員が体験済みの状況となっており、今後の新しいコンテンツ配信を待機している状況。
- ・ VR配布時には、入場している作業員の中でVRの疑似災害体験を行っていない人に実施。その後は新規入場者の内、VRでの疑似災害体験を他現場も含め、一度も行っていない方は、時間を決めて疑似体験を実施した。
- ・ 平均して1ヶ月に30人程度が利用。全国安全週間、全国労働衛生週間での作業員への安全教育イベントとして活用。外部からの現場見学会の際、体験イベントとして活用
- ・ 新規入場者教育の際に実施している。
- ・ 会社保有機器につき、各現場で1回工期内に使用が一般的。
- ・ 機材購入支店では、約1回/月の頻度で、工事現場にてVR研修を行っている。依頼があれば他支店へ出向き、現地にてVR研修を開催している。
- ・ 現場での安全教育
- ・ 職長・安全衛生責任者教育
- ・ 階層別研修(新入社員、2年次、3年次教育等)
- ・ 年間5～10回程度、要望に応じて開催
- ・ インターンシップにて活用。工事現場の不安全行動を行う恐怖体験をしていただいた。現職員は体がよろけるほど恐怖を感じたが最近の子は慣れているのか、感受性が良かったのは半々であった。
- ・ 安全大会や協議会など協力業者や職方への教育、指導で活用しました。
- ・ 17か月の間で3回使用しました。
- ・ 工期内で1回使用(2017年9月～2020年7月の間で1回)
- ・ 安全教育の一環として利用
- ・ 3月から実施する予定だったが、新型コロナウイルスの影響でHMDの使用を控えるようにしたため、作業所への展開は未実施。
- ・ 毎週金曜日、各指定水曜日
- ・ 2018年度から月1回の安全巡回で作業所に出向いてVR体験会を行っている。2018年：25作業所、1,788人受講/2019年：28作業所、2,475人受講/2020年：コロナにより活動休止中
VRコンテンツ：高所足場からの墜落体験/アイデアレンズコンテンツ：墜落・飛来落下・土砂崩落・重機接触・電動工具切創・可搬式作業台転落災害、公衆災害
- ・ 令和元年度「危険体感訓練月間」における作業所の取組みとして、他の体感訓練(大型車両の制動距離実験、車輛と障害物の衝突実験)と合わせて、VRを利用した教育を計画・実施した。
- ・ 作業所での安全勉強会において協力業者の作業員に体験させ安全意識の高揚を図っている。また、当社従業員の集合教育のカリキュラムの一つとして体験させている。3～4名にHMDを装着

させVR体験させ、体験者が見ている画像を他の10～30名程度の者がプロジェクター、ディスプレイで見る事で、大人数が同時に体験できるようにし、1人目がやった操作方法や手順説明を省く事で効率よく時間を使用している。

- ・ 協力業者の次世代リーダー教育に使用（ノンテクニカルスキル養成教育のツールとして利用）、年間4回（定員20名／回）行われる次世代職長教育でノンテクニカルスキル教育を行うために使用した
- ・ 安全担当者が各現場での教育の際に使用している
- ・ 新入社員教育 1回/年
- ・ 2019年：年に10回程
- ・ 2019年：年に3回程（1週間ずつ）
- ・ 前期・後期の年2回計画し実施している。
- ・ 1年に1度あるかないか程度です。
- ・ 年1回程度
- ・ 安全週間の行事として実施
- ・ 2018年3月9日実施 80名参加（1度実施）
- ・ 安全週間に教育の一部として活用
- ・ NETIS活用効果調査件数128件
- ・ 3ヵ月間新規入場者は必ず体験してもらい、安全教育に活用しました
- ・ 入社3ヵ月の新入社員に対し、VRと実技教育を併用した危険体感教育に導入
- ・ 入社3年目の技術系社員を対象に、階層別安全環境教育（3泊4日）の集合教育に導入（室内でVR体験）

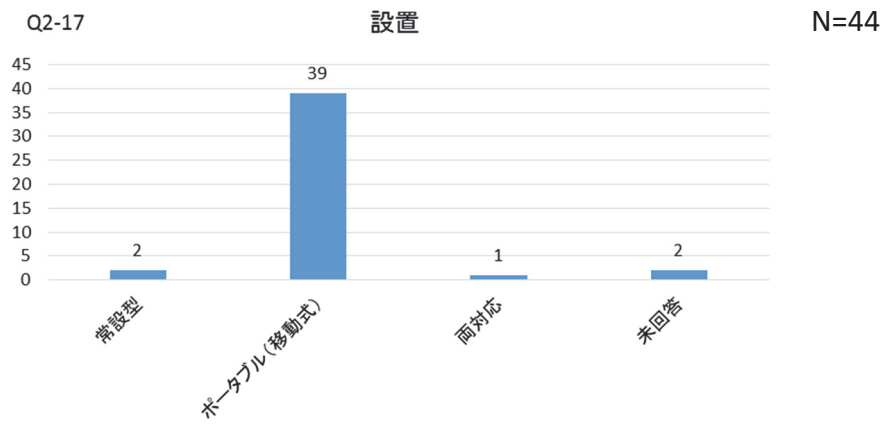
利用状況については、現場の作業員向けに実施するケースが多く、その他、新入社員教育や新規入場者教育、職長教育で活用しているという回答もあった。

また、実施頻度については、1年間に1回という回答から1ヶ月に複数回という回答まで、幅広いケースが見られた。



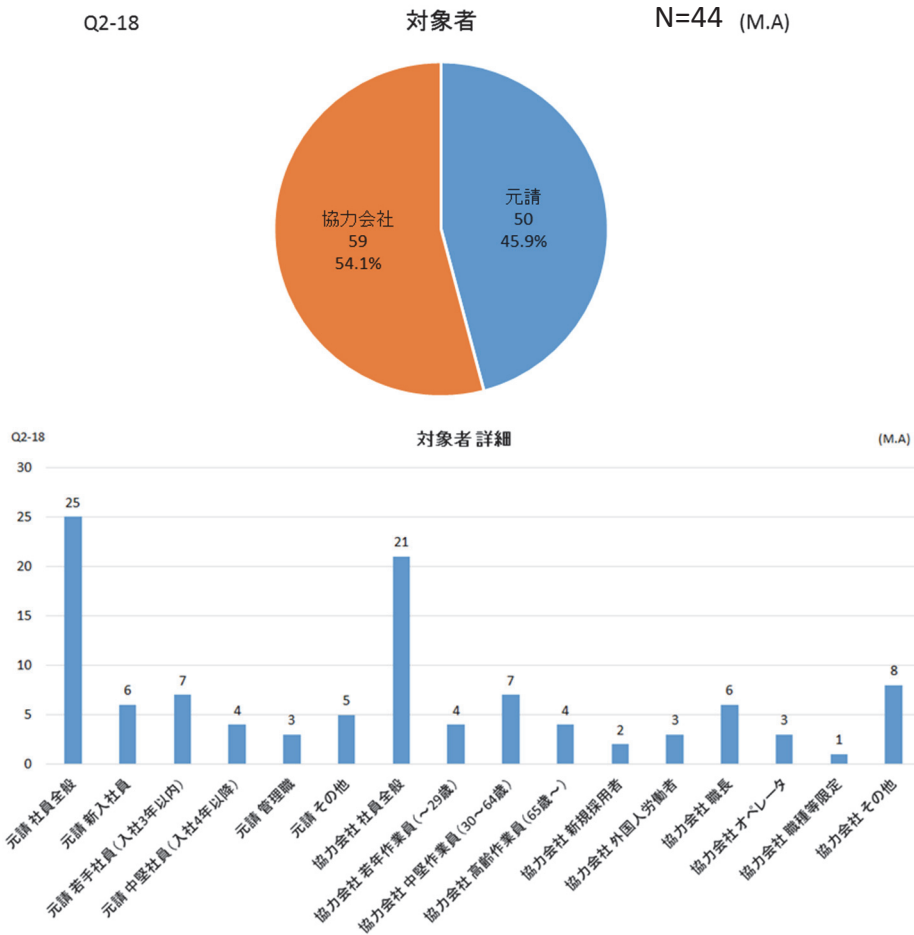
VR教育を実施した場所では、現場31件と最も多く、次いで、支店10件、本社3件となった。

17

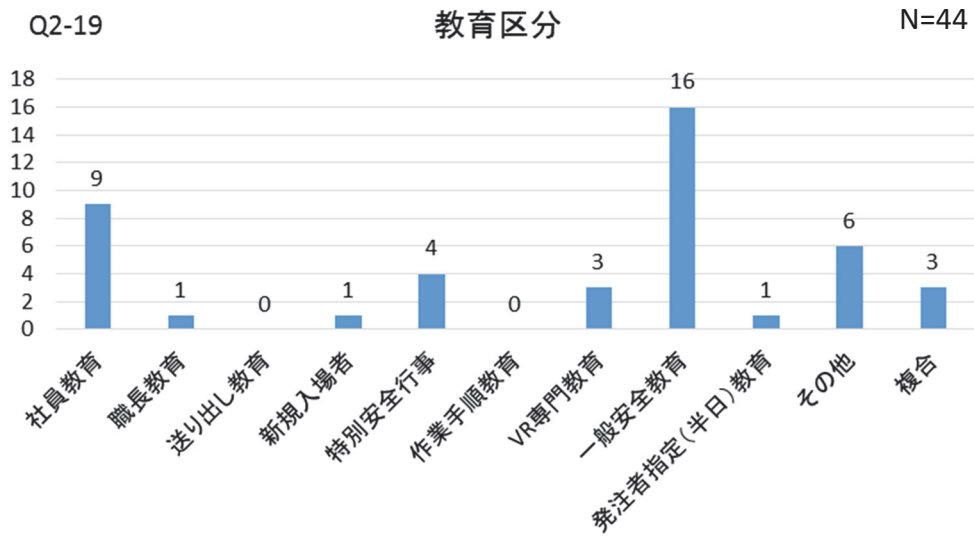


VR機材の設置状況を見ると、ポータブル（移動式）39件、常設型2件となった。

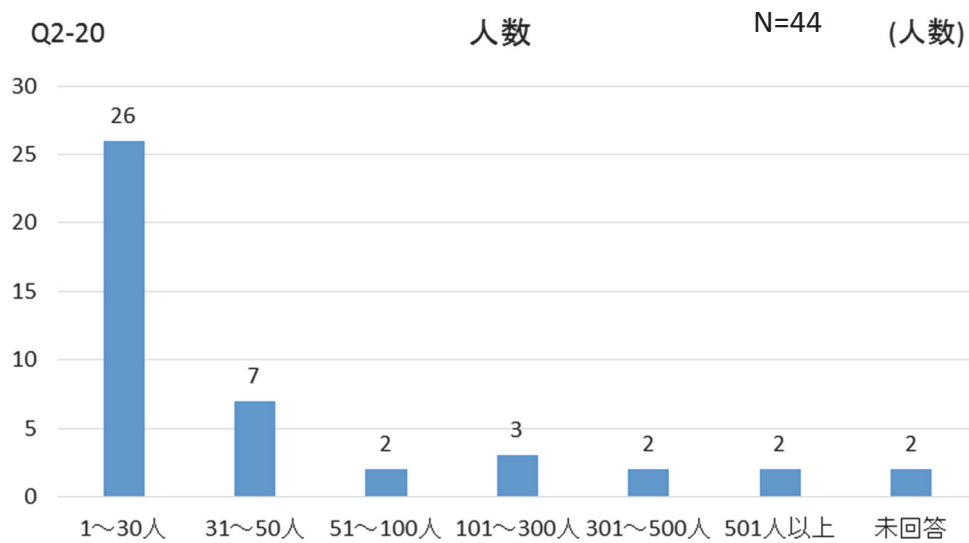
18



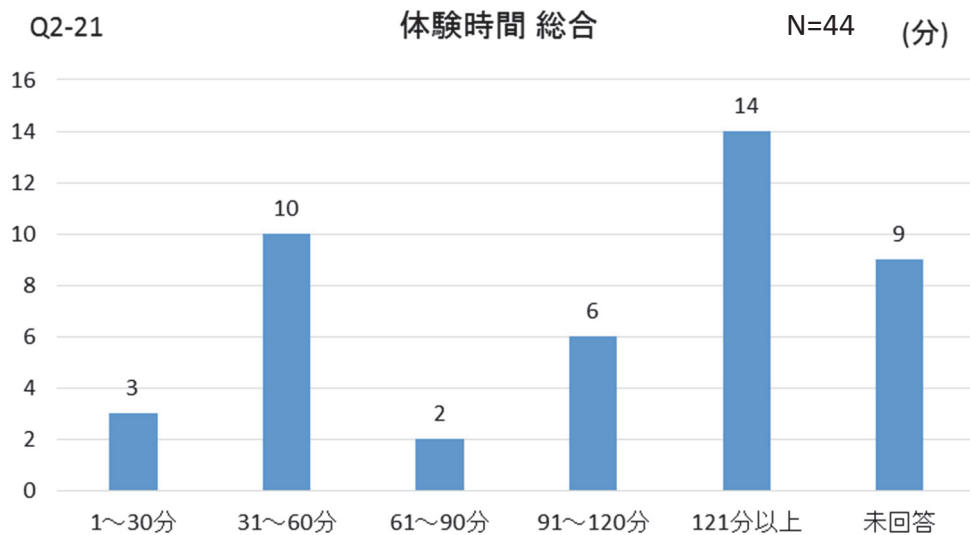
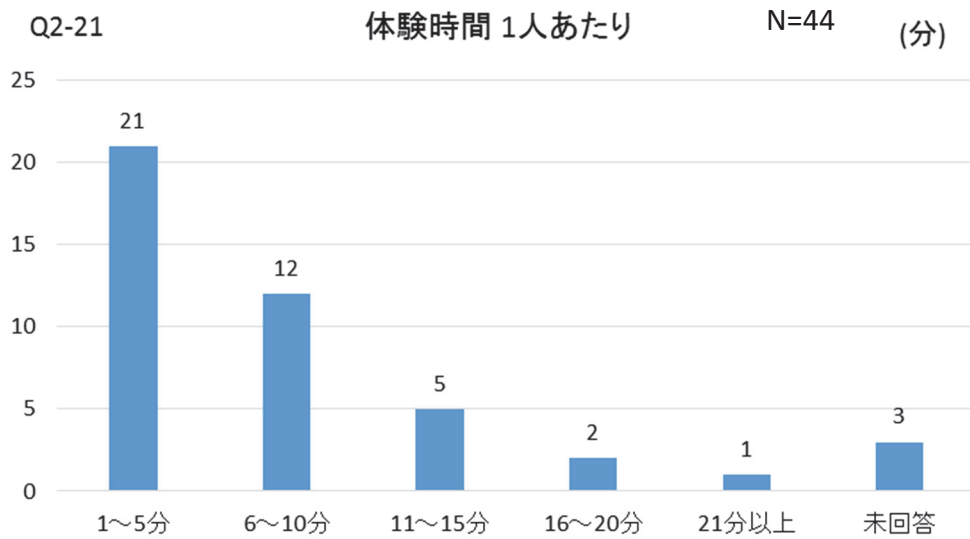
対象者を大別すると、協力会社59件（54.1%）、元請50件（45.9%）となり、元請では社員全般を対象とするものが25件、協力会社でも同様に、21件が社員全般を対象とすると回答している。



VR教育の教育区分をみると、一般安全教育16件、社員教育9件、特別安全行事4件となった。



研修の対象人数では、1~30人 26件と最も多く、30~50人が7件となった。



VR教育の体験時間は、1人あたり1~5分 21件と最も多く、次いで6~10分 12件となっている。体験時間を総合で見ると、121分以上 14件であり、31~60分 10件となっている。

教育の実施手順

- ・ ① 危険体感施設を利用した体験学習
- ・ ② VRによる疑似体験教育
- ・ 体験者は軽量のバックパックPCを背中に背負い、F社のVive機器（頭にヘッドマウントディスプレイ、両手にViveコントローラー、両足にViveトラッカー）を装着して3.0m×3.0mの広範囲を自由に動き回ること、没入感の高い体験型学習を行える。体験者はVR空間で実際の建設現場で実施する作業を行う。VR空間内には、「気づき忘れによるミス」や「横着」といった不安全行動をとりがちな箇所が配置されているため、作業中の体験者のミスを誘発し、あえて災害事故を疑似体験させる内容となっている。体験者は疑似体験により、今までの紙ベース・映像

ベースの学習では困難であった、災害事故の要因となるミスに自ら気付いてもらおうと共に、実際の建設現場で絶対に災害事故を起こしてはならないという安全意識を喚起することを目的としている。

- ・ 職種に密接な内容のコンテンツを視聴させ、感じたことの意見収集を行う。受講記録をつける。
- ・ VRによる危険感受性向上教育を実施
 - ① ディスカッション(自分の作業に起こりうるVR災害事例の選択)
 - ② VR体験
 - ③ 感想を聞く
- ・ ① 新規入場者教育
 - ② VRによる安全講習
- ・ 「仮想現実空間内で災害を体験する」⇒「災害を防ぐための方法を見出し実践する」⇒「体験や見学で気づいたことを基に議論をする」といった流れ。
- ・ ① 予備知識のない状態でVR体験
 - ② 体験後、簡単な安全教育を行う
- ・ 協力会社作業員に対し、VR機器を2台準備し交代で全員が視聴。視聴後、全員で実際の現場でのヒヤリハット体験等を討議。
- ・ 若手職員に対し、VR機器を3台準備し交代で全員が視聴。視聴後、全員でグループ討議。
 - ① 無人化施工機械の実機に搭乗
 - ② 遠隔操作体験
 - ③ VR体験（10分程度）
- ・ VRによる危険感受性向上教育
 - ① 事故事例の説明
 - ② VRによる危険感受性向上教育
- ・ VRによる危険感受性向上、安全意識向上教育
 - ① i-Conの動向、現場展開について
 - ② 現場可視化（東北試行）紹介、可搬カメラデモ
 - ③ ドローンの活用について
 - ④ 現場安全VRデモ
 - ⑤ 質疑応答
- ・ ① テキストによる安全教育
 - ② VRによる危険感受性向上教育
- ・ VRによる危険感受性向上教育（労働災害の被災者を疑似体験）。
- ・ 災害発生状況を映像で体験
- ・ VRによる墜落等の疑似体験を実施→災害を防止するための対策を口頭で説明
 - ① 職長会の協力を得て、事前整理券配布
 - ② 待ち時間を利用して、アイデアレンズ内のコンテンツを受講
 - ③ VR体感ブースに移動してもらい、高所からのVR墜落体感を受講（臨場感を出すために足場板を敷いている）
 - ④ 「安全帯を使用します」という誓約書へサイン（安全帯の重要性を再確認してもらう）
- ・ ① 大型車両の制動距離実験
 - ② 車輛と障害物の衝突実験に続いて、VR体感教育を実施し、危険感受性向上を図った。
- ・ 「危険体感型教育」と合わせ、VRによる体感教育を行う
 - ① 作業手順書で作業内容、点検箇所の説明
 - ② VR体験により危険感受性向上、危険箇所点検、不具合箇所点検を行ない、最後に採点する事で評価する

③ 映像・書類を見せながら作業手順や点検箇所の説明（振り返り）

6名1チームとして、リーダーだけに現場のCG映像を見せ作業内容を説明する。

その後リーダーは口頭で作業予定をメンバーに説明して、メンバーが作業手順書を作成（約15分）

その後、手順に基づきVRでメンバーが作業を行い問題点を討議し、最後にインストラクターがまとめる。

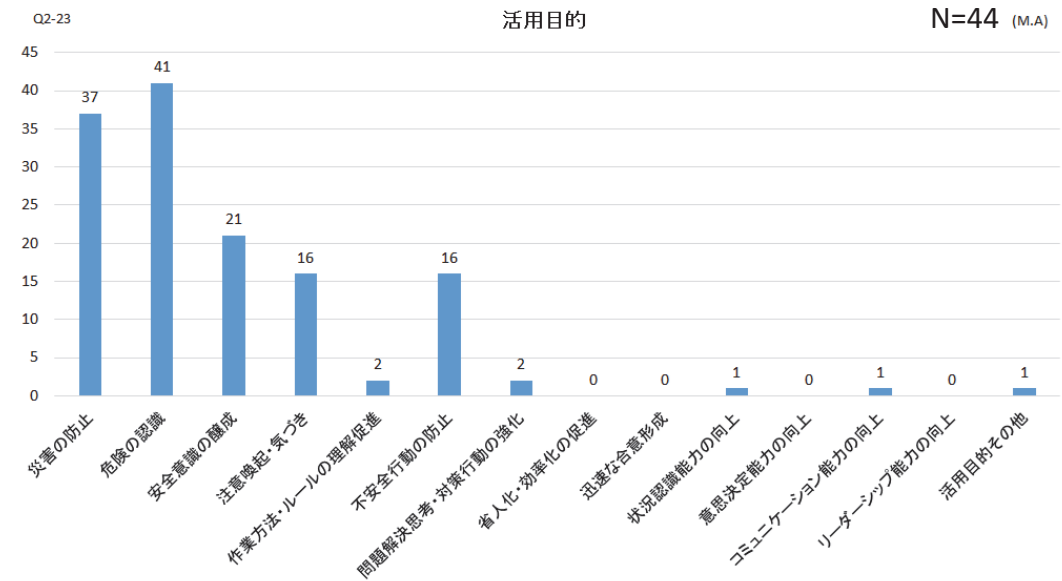
- ・ 実施後、各人からの意見を聞き、危険意識の植え付けと安全意識の向上を図る。
- ・ 映像で学習（事故発生状況をCGで学習）
- ・ 危険箇所発見の訓練
- ・ 映像で学習（VR体験）
- ・ 資料による安全教育実施後、VRによる危険感受性向上教育を行っているが、1人5分程かかり持ち時間が長くなるので、課題が残ります。
 - ① VRによる危険感受性向上教育
 - ② 安全教育（ディスカッション）
- ・ ① パワーポイントで安全教育
 - ② VRによる危険感受性向上教育
 - ③ 安全テストとアンケート
- ・ 5階層に分けた階層別教育のうち、課長教育時に使用した。

6名ずつ7班に分け、全員、順番に体験させ、アンケートを提出させた。

他の教育実施中に一時抜けて体験する方式をとった。
- ・ ●午前 40名
 - ① 安全体感教育 座学20分
 - ② 屋外体感教育「感電体感、電工ドラム燃焼体感、電線損傷体感、回転体巻き込まれ体感、玉掛けによる指挟まれ体感、指差し呼称学習安全体感」 約1時間
 - ③ 屋内体感教育「VR（墜落、転落、火傷）安全体感、白内障・飲酒歩行体感、チャイルドアイ体感」 約1時間
 - ④ アンケート記入15分
- ・ ●午後 40名
 - 上記同様
- ・ 安全週間の期間中に協力会社を時間別に割り振り実施した。
 - ① まず先入観の少ない状況でVRによる危険や事故を体験してもらう
 - ② その後、ディスプレイに映像を映し、静止やリプレイにより危険予知活動の教育をする※出来るだけ実作業に即した内容を選択する
- ・ 可搬式作業台の本体（実物）を使用した適正な設置方法及び正しい使用方法を実技教育後にVRによる同種作業の危険体感教育を実施
- ・ 可搬式作業台の災害事例等を教育後、VRによる同種作業の危険体感教育を実施

教育の実施に当たっては、ただVRによる危険の体感をするのではなく、事前の座学での災害事例説明や体験後のディスカッションでの対策の検討等を組み合わせることでより効果を高め、安全意識の向上を図っているケースが多く見られた。

VRを活用した目的



VRを活用した目的については、危険の認識41件、災害の防止37件、安全意識の醸成21件の順で多い。

VRを活用して得られた効果

- ・ 災害・危険を疑似体験することにより、各人が危険予知・リスクアセスメント能力を高め、安全意識の向上につながる。
- ・ 災害発生件数が減少する中、実際に災害発生の場면을体験することが少なくなった今般、元請社員や協力会社の作業員にVRの中で、実体験に近い形で怖さを体験してもらうことで、作業に潜む危険有害要因が至る所にあり、そこに気づくことで危険回避が可能であることを知ってもらえる。

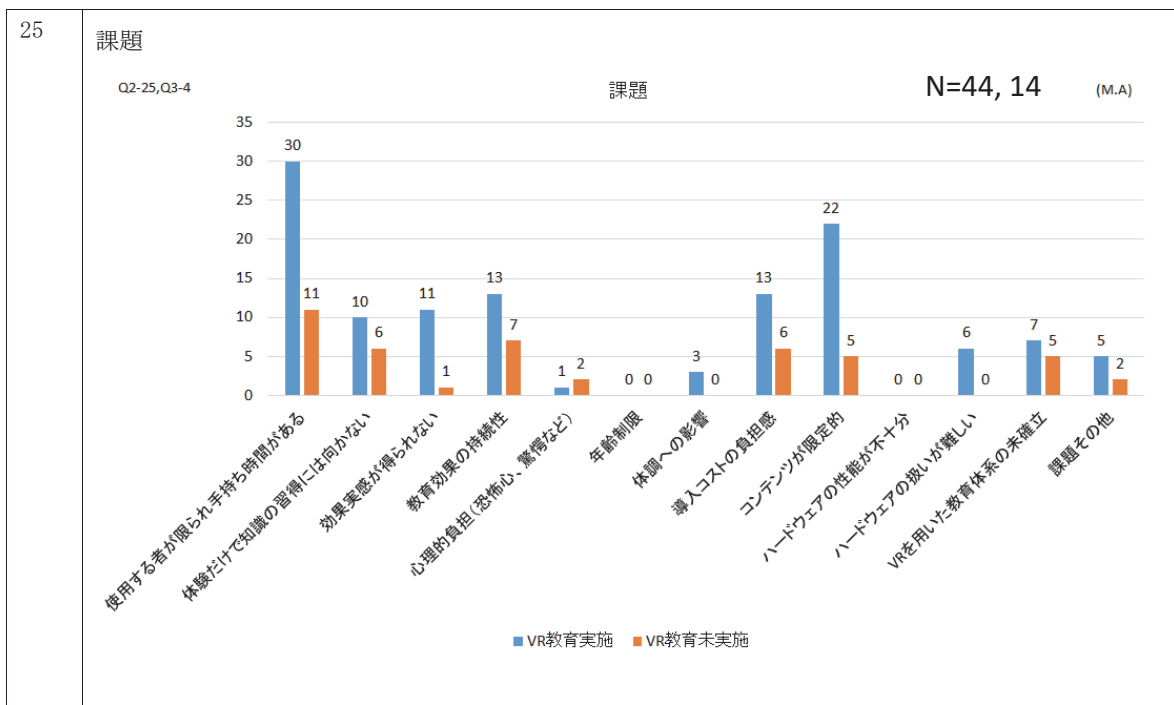
<作業所での作業員による体験後のアンケート結果>

 - ① テキストの教育よりかなりリアル感があって良い。
 - ② 災害を体験することにより、今までより細心の注意を払って作業する必要があることを実感した。
 - ③ 体験にリアリティがあり、安全意識を強く持つようになった。
 - ④ 体験することで意識に強く残るので、人から言われるより、書物を読むよりも安全に施工することの大切さを強く認識できた。
 - ⑤ 災害体験するだけでなく、改善することが必要ということも理解できた。
 - ⑥ 災害体験の恐怖は安全意識が高まると思った。
- ・ 災害自体の減少と業務の繁忙により災害の実体験に乏しく、危険を感じる能力に乏しい若年社員・作業員や、慣れや油断の生じがちな高齢の職方作業員に緊張感を与えるような教材を開発し、現場に実装する。
- ・ 作業所業務は危険と隣り合わせであるとの意識を体感教育でき、被災しないように安全ルールを順守することの重要性を認識させることができた。
- ・ 災害実体験に代えて建設現場におけるリスクが疑似体験でき、安全ルール順守の必要性が再認識できた。
- ・ 外国人でも理解しているように思えた。

- ・ 最もインパクトのある安全教育は、災害を体験する事であるが、それでは命がいくつあっても足りないので、VRを利用する事で災害をいくつも疑似体験できた。また、VR機器という最新機器に対して、作業員が災害事例を教えられるのではなく、興味を持って体験してくれる効果は大きい。
- ・ (受講者アンケートより)
 - ① 生身では体験できない、したくないことを経験し災害の怖さを感じた
 - ② 普段の自分の目線ではない視点から見ることができ、自分自身のすべき行動が理解できた
- ・ ① 過去に発生した災害を基にしているという事もあり、安全意識の向上に繋がった。
- ・ ② 1つの災害に対して多角的な立場をVRで体感する事により、状況認識力の向上に繋がった。
- ・ 安全意識の向上につながった。
- ・ 搭乗操作を感じながら、無人化施工特有のタイムラグを感じる事ができた。
- ・ 高所作業車の不適正使用による労働災害を体験することで、安全意識が高まった。
- ・ リアルな映像体験を通して感覚を刺激することで学習効果を上げることができた。
- ・ 作業員の意識向上につながった。
- ・ 現場の安全に対する理解が深まった
- ・ 実体験に近い状況を感じ取り理解が深まった。
- ・ 受講者の感想としては、「自分も被災する可能性があることを再認識した。」が多かったので、危険に対する認識は高まったと思われます。
- ・ 愚者は経験に学び、賢者は歴史に学ぶ
- ・ 体験したことがない、工種を体感し、理解を深めさせることができた
- ・ ① 安全帯の重要性を再認識できた。
- ・ ② 公衆災害の危険性を第三者の目で確認することにより、日々の安全管理の重要性を再認識できた。
- ・ 不安全行動が即、災害につながる一連の経過に関する意識が向上した。
- ・ 普段の作業の中の危険性に対する理解が深まった
- ・ 不安全行動が発生する原因は職長の状況把握や作業員への伝え方の不具合であることに気づかせる。自分の見たものは必ず思い込みによるバイアスがかかることを理解させる。コミュニケーションでの伝える側の思い込みによるエラーについて、気づきを与える。
- ・ 座学での安全教育においては、「～してはならない。」といった言葉や、時には写真を使用し危険認識の向上を図るが、その効果は限定的である。
今回のようなVR教材による、迫力ある映像を視聴し、「我が身に発生したら、、、」と感ずることで、自分自身のみならず、協力会社への指導力向上が期待できる。
- ・ 先ず、現場には危険が潜んでいる事を認識してもらえた。
- ・ 作業場に近い状態で、危険個所の発見の訓練に役立つ。
- ・ VRの認知度も上がり、又 被災者の視点をリアルに体感することができた。
- ・ かなりリアルな体験となるため、直ぐにポイントを教えれば効果的である。
- ・ 現場からはコストがかかることもあり、効果を実感した声は上がりませんでした。現場未経験の内勤者は、現場で働く上でどのような危険が待っているのか等実感された様子でした。新規就業者や新入社員を対象とした教育として活用できるのではと感じています。
- ・ 危険感受性及び安全意識の向上
- ・ 墜落、飛来落下、挟まれ等の災害を実感を持って体験できた。
- ・ 墜落を体験するVRでは、HMDを装着した作業員は、地上から高さ63mにある工事現場を見ていた。その仮想空間の中で、幅30cm程度の足場を少しずつ進んでいく。現実ではないと分かっているにもかかわらず、声が出たり、恐怖で足が止まってしまう人もいた。腰回りに安全装置をつけるのが決まりだが、慣れやミスでつけるのを怠る作業員は少なくない。「いかに事故が怖いかを身をもって体感すれば安全装置を正しく装着するようになる」と自覚してくれたと思う。

- ・ 理解が深まった。また、グロテスクだったので恐怖心が高まっていいと思った。
- ・ 事故体験をすることで、臆病になり周囲を注意し慎重になるという作業員からの感想がありました。
- ・ 自身が実技とVRを体験することで、安全知識の習得と危険感受性を高め、可搬作業台に関する理解を深め、現場での監督・指導に役立つ
- ・ VRを体験することで、安全知識の習得と危険感受性を高め、可搬作業台に関する理解を深め、現場での監督・指導に役立つ。

VRを活用して得られた効果としては、現実には体験できない事故や災害を疑似体験することによって、現場に潜む危険とその怖さを認識し、日々の安全管理の重要性に改めて気付けたことで安全意識の向上に繋がったという回答が多かった。



VR教育の課題については、VR教育を実施していると回答した企業では、使用する者が限られ手待ち時間がある30件、コンテンツが限定的22件、教育効果の持続性13件、導入コストの負担感13件となっている。一方、VR教育を実施していない企業では、使用する者が限られ手待ち時間がある11件、教育効果の持続性7件、体感だけで知識の習得には向かない6件、導入コストの負担感6件となり、実施、未実施のいずれも同様の回答傾向となった。

26 効果を上げるために必要なこと

- ・ 体系的な教育プログラムの中にVR体験があり、導入からまとめまで一貫した教育を行うことと、異なったプログラム・コンテンツを体験することにより効果が得られると考える。
- ・ ① 体験前に何のために体験してもらうかについて説明し目的を理解してもらうこと。
- ・ ② ゲーム感覚でなく、自分が現実で行ってはならない行動をとっていたことを理解してもらう。
- ・ 消化が多忙な現場作業所において人を集め視聴体験し受講記録を残すというプロセスを各支店隔々に周知徹底すること。

- ・ 怖さを体感させるだけでなく、災害防止のためにどうするべきかを安全教育でフォローすることが大切。
- ・ どうすれば災害に合わないか、実際の作業を顧みるプロセスが必要。
- ・ 著作権の問題もあると思うが、出来れば、著作権フリーにして各自のスマホで体験出来るようにすれば、多少なりとも効果があがると思います
- ・ より多くの職種の災害事例コンテンツがあると、もっと多くの職種に具体的な安全教育ができる。
- ・ 継続的に実施する
 - ① まずは基本的な知識を習得させる（何が正しいのか）
 - ② 作業員の危険への意識向上
- ・ ① VRを組み込んだ体系的な教育プログラムが必要
- ・ ② 職種に合った内容の災害体験をしてもらう為、多様なコンテンツの獲得が必要
- ・ もっとコストを下げ、購入・貸出台数を増やさないと原価面で負担が大きい。
- ・ 訓練プログラムの充実が必要となる。現場環境の再現がポイントとなる。HMDの疲労感の解消が課題で、今は10分程度。
- ・ 設備投資 一度に体験人数を増やすことができる仕組みが必要
- ・ 現在は限定的なものが多かったので様々な場面を選択出来るようになったら良いと思います。
- ・ 簡単に誰でも出来るようなシステムの構築
- ・ VRを組み込んだ教育方法の確立
- ・ VR機器だけの安全教育だとアトラクション性が強くなるので、職種別の事故事例を2例用いて、原因と対策についてグループ討議を併せて実施しています。
- ・ より多くのコンテンツを必要とする
- ・ 職種ごとの充実したコンテンツが必要
- ・ コンテンツの拡大
- ・ VR体験の前後に、災害傾向や実事例などとその背景や要因を座学で学習させ、感覚と知識の両面から理解を深める。
- ・ ただ単にVR体験だけでなく、作業手順の説明やVR体験した後の振り返り説明を入れると安全意識の高揚に対する効果が向上するように思われる
- ・ VRで行動した内容の振り返りが重要で、心理的負荷をVRで体験させるだけでは条件付けには至らない。振り返りでインストラクターがコーチングするためにはVR上での当人の行動を客観的に受講者へ見せることが重要。今回の使用ソフトはこの機能がないため、デブリーフィングで上手く伝わっていない。体験したことでの気づきを現場へ持ち帰るために行動目標を宣言させることも効果がある。
- ・ 安全研修において、VR教材を本年初めて採用した。短所としては、1度視聴したのち、2度目の視聴は不要と考えられる為、コンテンツの拡大、充実化による随時の更新が期待される。
- ・ コンテンツの充実、事故体験内容の拡充化
- ・ VRを組み込んだ現場安全教育を体系的に実施することが必要と考えます。
- ・ 1年に1回程度で危険感受性を向上する目的
- ・ 大人数に同時に教育する為には、ハード、ソフト共にコストが下がらないと実現が難しい。取り扱いが容易で安価な機材を10台以上購入し、新しいコンテンツも利用できるようなれば有効に活用できる。
- ・ VRだけの体験となると、ちょっとしたゲーム（遊び）をしているだけとしか伝わらないように思う。E社のように、座学で教育の目的の説明を行い、また、VR以外の安全体感教育を受講することで、VR体験が生きてくる。当時のVRコンテンツは「墜落」「転落」「やけど」の3種類だったので、それぞれの職種に応じた内容ではなかった。現在は12個のコンテンツがあるので、職種に応じた災害が体感できると良い。

- ・ 一度に教育を受ける人数を増やすこと
- ・ 他社製作のものを使用しているうちは効果が上がらないと思います。自社の災害事例を基にした独自の教育教材を製作して欲しい。又、重大災害も必要ですが休業災害やヒューマンエラー的な災害事例の方が効果が上がると思います。
- ・ より効果的な危険体感教育にするためには災害事例やヒヤリハット事例をもとにVRの種類を増やし、また各VR毎に実技教育（現地・現物）と併用した教育プログラムが必要

VR教育の効果を上げるためには、事前の作業手順の説明や体験後の振り返りの討議を組み合わせて理解を深めることや、コンテンツを充実させることで、それぞれの現場の作業に合わせたコンテンツを用意して実施すること等が必要という回答があった。

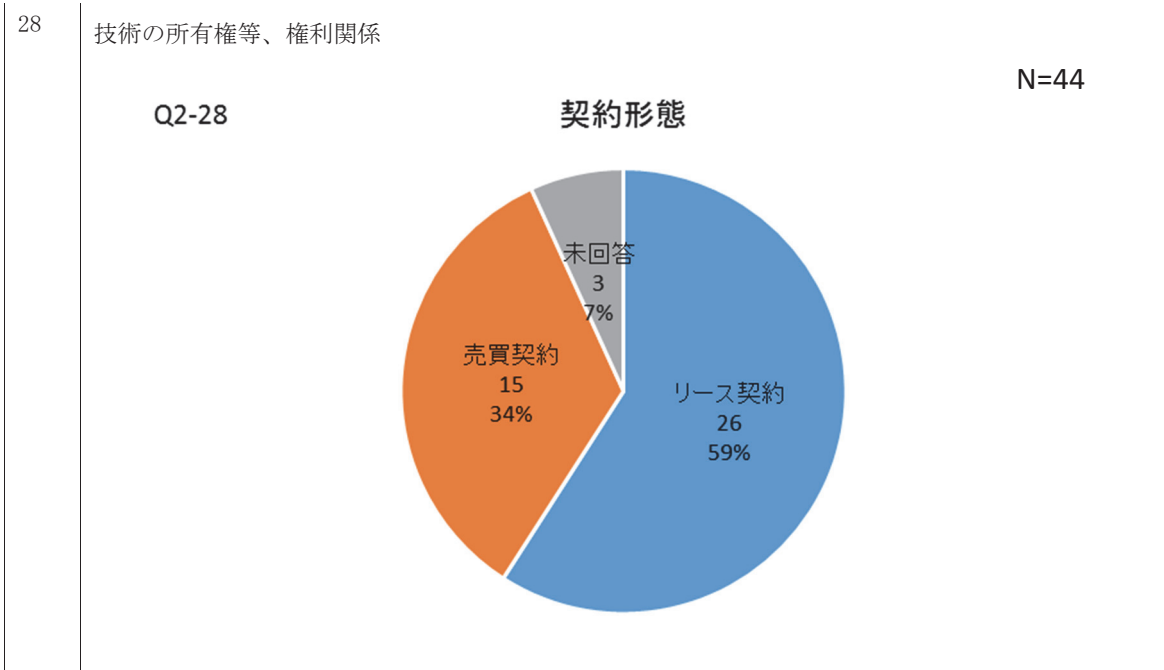
27

今後のVRに期待すること

- ・ ① 実際の作業所の映像をVR化し、その中の危険箇所・不具合事例について指摘することで教育的効果が得られるコンテンツ。
- ・ ② 視覚・聴覚だけにとどまらず、嗅覚・触覚を感じ、さらにリアリティのある体験ができる。
- ・ ① 操作や設定が簡単な機器の開発
- ・ ② ケーブル類をコードレス化
- ・ ③ 無線関係の不具合の解消
- ・ ④ 複数人同時でのVR体験型安全教育
- ・ 各編は短時間でも多様なコンテンツを随時配信されたい。
- ・ 多様なコンテンツの随時展開。
- ・ 土木工事特有の災害事象のコンテンツを配信してもらいたい。
- ・ 多言語対応。
- ・ より高性能で、ヘッドセットを付けなくてもVRを体験できるような設備ができる事。
- ・ ゲーム感覚で体験できるVR、よりリアルな環境を体感できるソフトの開発
- ・ ソフトの改良 具体的には・・・
 - ① 酔ってしまう人がいる
 - ② ソフトの拡充（気軽にコンテンツを作成できるように）
- ・ VRを組み込んだ複合型危険体感装置
- ・ ① とにかくコストを下げる。
- ・ ② コンテンツがマンネリ化しないよう充実を図る。
- ・ 過去の実際の体験を再現できることで様々な応用が期待できる。こうした開発にはコストがかかるため、助成制度などの支援が必要である。
- ・ VR内にて操作ができる（物を移動する等）ができるようになると幅が広がります。
- ・ 実際の現場形状に合わせて危険体験ができる仕組み
- ・ コストがかかるのでもう少し削減できたら採用しやすいと思います。
- ・ スマホ等で簡単に出来るようなVRであればいつでもどこでも出来て良いと思います。
- ・ 施工状況に応じた様々なプログラムが必要
- ・ コストを下げたい。
- ・ HMDの小型化や耐久性の向上
- ・ ① 五感で実体感ができる装置の開発
- ・ ② 簡易で安価な装置による、未熟練者の早期スキルアップに役立つ装置
- ・ 数多くの災害事例に基づいたコンテンツの開発を行うために、コンテンツ作成費用の低減を図りたい。

- ・ 当該作業所の実景を取り込んだVRコンテンツを短時間で作成、使用できる小型・軽量・安価なシステムの開発。
- ・ ① 土木工事関係のコンテンツの充実、
- ・ ② 実際の現場の場面で、過去に起きた災害が発生した場合の体験ができるコンテンツ
- ・ ③ 災害が発生する前に戻って、作業を繰り返し、同じ災害を反復体験できるコンテンツ
- ・ 今回はノンテクニカルスキル向上を図るために、テクニカルスキル向上用のソフトをアレンジして使用した。
- ・ 製作段階で参画していたため、このようなアレンジを想定して提案を行っていたため使用できたが、市販のソフトではテクニカルスキルに特化したものが非常に多く、ノンテクニカルスキル教育には不向きなものが多い。今後はこのような教育も同時に行えるフレキシビリティのあるソフトの開発に期待する。
- ・ ① 機材の取扱い、セッティングの簡便さ。
- ・ ② コスト低減
- ・ 視覚による震度6度以上の体験（火災・家具転倒・浸水 他）
- ・ 安全の危険体感にだけ使用しているが、いずれセンサーやコントローラーと組み合わせ感触でも感じるようにできれば、訓練にも使用できるようになる。
- ・ コンテンツを増やす
- ・ 現場で初めて作業員を受け入れる時に、実際の現場をもとに、VRで危険体験ができると良い。
- ・ スマホなどを利用してVRを体験できるようになること
- ・ 実際建設中の現場がVRで映像化され、AIにより様々なシチュエーションが日替わりで体験出来る様になる事を期待します。
- ・ 単に危険を仮想で体感するのみならず、自身が学習できるプログラムや監督・指導のポイントを理解できるものを望む

今後のVRに期待することとしては、VR体験を組み込んだ体系的な教育方法を確立させること、コンテンツを拡充してその内容も随時更新すること（特にノンテクニカルスキル教育用）、大人数同時実施のためにハード面を強化すること、コスト削減やスマホでの実施等、利便性を向上させること等の回答があった。



技術の所有権等、権利関係をみると、リース契約26件（59%）、売買契約15件（34%）となっている。

29	<p>画像</p> <p>省略</p>
30	<p>備考（意見）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ここで紹介したVRについては、自社及び当社で働く協力会社の作業員に対して実施している。 ・ E社様の安全体感教育プログラムとなります。掲載については了解をいただいております。
Q3	<p>VRを教育に活用しない理由（Q1で「いいえ」と回答した14件）</p>
3	<p>VRを活用しない理由</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 簡単にレンタルできるサービスがなかった。 ・ 集合教育で多人数出席の場合、交代して実施する時間がもったいない。 ・ 未経験者の動機付けには有効だが、一度体験すればそれ以上の経験値向上にはならない。 ・ 3年前、G社のVR機器「ルッカ」を2セット用意し、7本支店の職員・労働者向けに体感教育を実施した。費用は本社で負担し、決められた1週間の貸出期間中に本支店、作業所で体感教育を行ったが、評判が今一つでなかなか大きな展開に広がらず結局「1度だけのVR体験」で終わってしまった。その際に寄せられた意見では、①VRが1人ずつしか体感できないため、待ち時間が多くなった。②VRを体感することで、労働者が心理的な不安を覚えてしまう。③開発されたばかりの機器だったので、コンテンツが少なかった。④費用対効果に疑問。⑤テーマを決めた講義内のカリキュラムの一部として、VRと座学を並行して実施する様にしないと難しい。などなどありました。「ルッカ」はヘッドフォンのように機器を頭に装着した労働者のみが体感できる装置であり機動性が売り物でした。固定された教育センターみたいな場所であれば、収容人員全員分の機器を予め揃えておいて、教育カリキュラムにそって危険を体験できる。その様な施設を持たない者としては、一度に教育する人数を少なくして複数回繰り返し行う手立てしか無く、教育実施に要する期間と費用がネックになるため早々に導入をあきらめた。今後作業所で実施するとしたら、工種毎少人数でまとめ、今まさにその班で作業している仕事での

類似事故を体感させる事は可能かなと思うが、教育する対象人数が多くなったり、VRで心理的負担を感じる労働者も出て来る恐れもあり、ちょっと実施には躊躇してしまう。

- ・ 自社に適応した事例等の資料を作成するには時間とコストがかかり過ぎ。教育効果の検証が難しい。教育する側の自己満足にならないか？小人数の教育には良いかもしれないが、40～50人の教育の場合は体感教育（アナログ）の方が効果が上がると思う。
- ・ 機材購入やリース費用が高い。1人ずつの体感で使用する場合、集合教育に適さない。
- ・ 使用機材および内容を検討中で、近々に試行を予定している。
- ・ メーカーとの協議やデモを開催してみたが、コンテンツが限定的であり継続的な教育としては疑問が残ったため。
- ・ 手持ち時間が長く、疑似体験の印象のみで災害防止のための対策や知識との関連付けが難しいため。また、東京及び大阪に安全体感教育施設を設け、安全体感と知識の習得を図る教育を実施しているため。*全社的にVRを安全教育に取り入れてはいるが、個別の現場で実施しているケースはある。
- ・ VR導入を検討したが、受講人数が制限され回数が増える事と、受入側の人数が増える事。VR体験は臨場感は十分味わえるが持続性に問題がある等の理由により活用に至っていない。
- ・ 支店、作業所においては、スポット的に活用しているが、全社の集合教育として継続的には活用していない。導入も検討したが、導入コスト、負担が高く、限定したコンテンツには活用できると考えるが、集合教育として適さない等、費用対効果が得られない。
- ・ 現状ではまだ情報が少ないため検討の対象にもなっていない。今後の他社の対応状況、アイテム、コンテンツなどにより検討することになると思う。
- ・ ① VR提供会社のプレゼンテーションを現場で行い、職員や作業員に体験させたが、VR体験者の反応を周囲が見て笑っている場面が多く、ゲーム感覚であり、各現場への本来必要なフィードバックが困難であると感じた。
- ・ ② 安全教育は知識と体験を集合的に行うことが現実的で、VRは少人数には対応できるが、集合教育には不向きであると考ええる。
- ・ ③ 教育資料制作や備品の費用が高価であり、更新や追加等も含めて、費用対効果に難があると考ええる。
- ・ ④ CIMやBIMは積極的に導入しているが、設計や品質トラブル防止には有効であると考ええるが安全教育に目を見張る効果は薄いと考える。
- ・ VR機材は保有しているが、機材購入のコストが高いため台数が少なく、また教育方法及び内容についても検討中で、現状は実現に至っていない
- ・ 導入検討をしましたが、講習のスケジューリングが難しくまた、リース料金が高く断念した。
- ・ VR導入を検討したが、機材購入のコストが高く、また、多人数での集合教育においては、待ち時間が多くなり、集合教育に適さない。また、費用対効果が無い。

VRを活用していない理由としては、その効果が機材等の導入コストや1回の実施に掛かる時間に見合わないこと、コンテンツが限定的であること等の回答が多かった、

4

課題

※課題については、Q2-25参照。

5

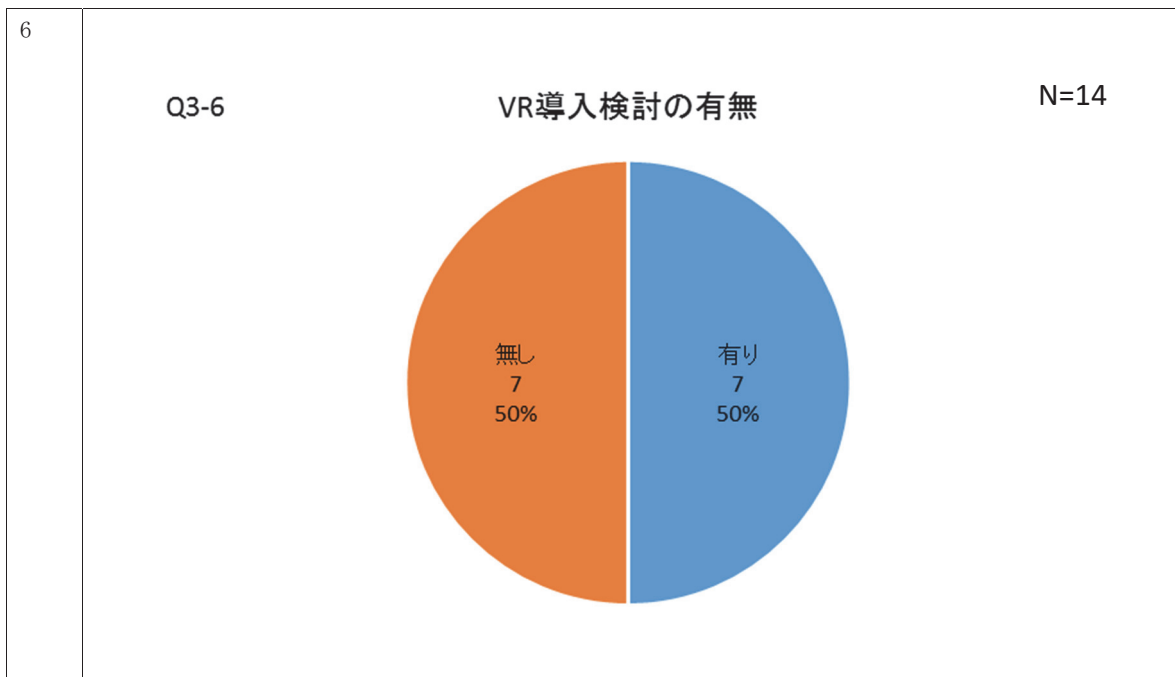
今後、VRに期待すること

- ・ VRは仮想疑似体験の中で労働者が災害に遭遇する危険（恐怖）を実際に体感し、現実社会において不安全行動などの災害に直結しかねない行為を抑制させる事を目的としている。そのため疑似体験をリアルに個人が体感する方向性が強い。それが売りである事は確かですが、リアルさを多少犠牲にしても同時に複数人が体感できるギリギリでのVR（もどき）ぐらいが教育用に

は適している気がします。リアルさの追求は究極のところまで進んでいるようですが、不安全行動を抑止する事を目的とすれば、究極とVRもどきの間で、適当な落としどころを見つけてくれれば良いのにな！と期待します。

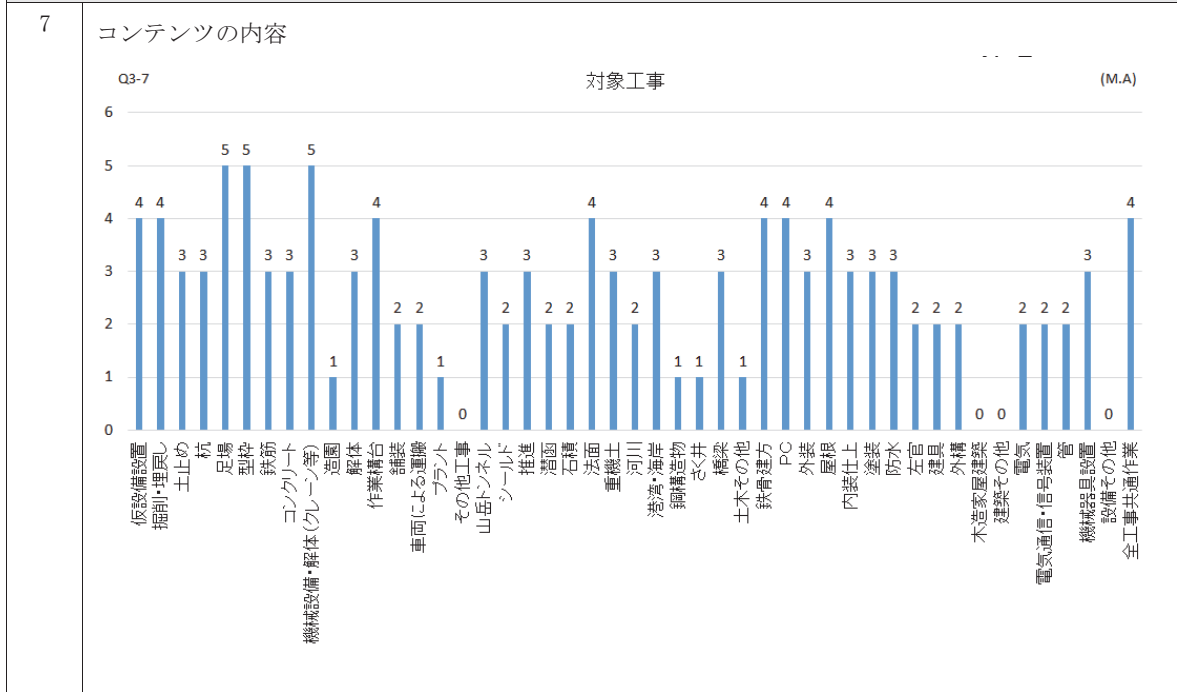
- ・ 施主や設計者等へのプレゼンテーションならびに現場の作業員に対する危険度体感教育の充実
- ・ 特に若年層の職員・作業員に、どこにどんな危険が潜んでいるかわかってもらうことによる、危険感受性の向上。
- ・ 一回体験したコンテンツでは、二回目以降に有効性が担保できないため、災害型別にアップデートした品揃えを期待する
- ・ 現在、常設の施設で実施している安全体感教育に参加しづらい対象者（遠方のため等）への補完的なツールとして、上記課題を克服できるものとなることを期待する。
- ・ 手軽に利用できるVRの普及（PCで体験できる等）
- ・ まずVR体験会など、多くの人が体験できる機会が欲しい。
- ・ ① 今後VRからMRへの移行を進め、現場単位で現実映像とデジタル映像を容易に動画として編集できるようになれば、安全教育にVRを展開することができると思う。また、その視聴方法は、ヘルメットやゴーグル等を使用しないでTV画面で行えるように期待する。
- ・ ② VRはあくまでも教育の一部であり、本来の危険感受性は現地KYで磨いていくことが最も有効であり、費用対効果も高いと考える。
- ・ ③ CIMやBIMを活用している現場で、労力が少なく安全資料として作成ができれば、その現場では活用が可能であるが他現場への汎用性には難がある。
- ・ ハードは、年々安くなってきています。ソフトの種類を増やし簡易に取り込める方法ができれば普及すると思う。VRを用いた教育体系が未確立で、ただの体験になっている。
- ・ 業界全体が使用できる（多人数の研修ができる設備がある）複合型危険体感施設があれば、教育の中に組み込むことも検討できる。

Q2-27の回答と同様、教育方法やコンテンツの充実、コスト面の削減等が挙げられた。

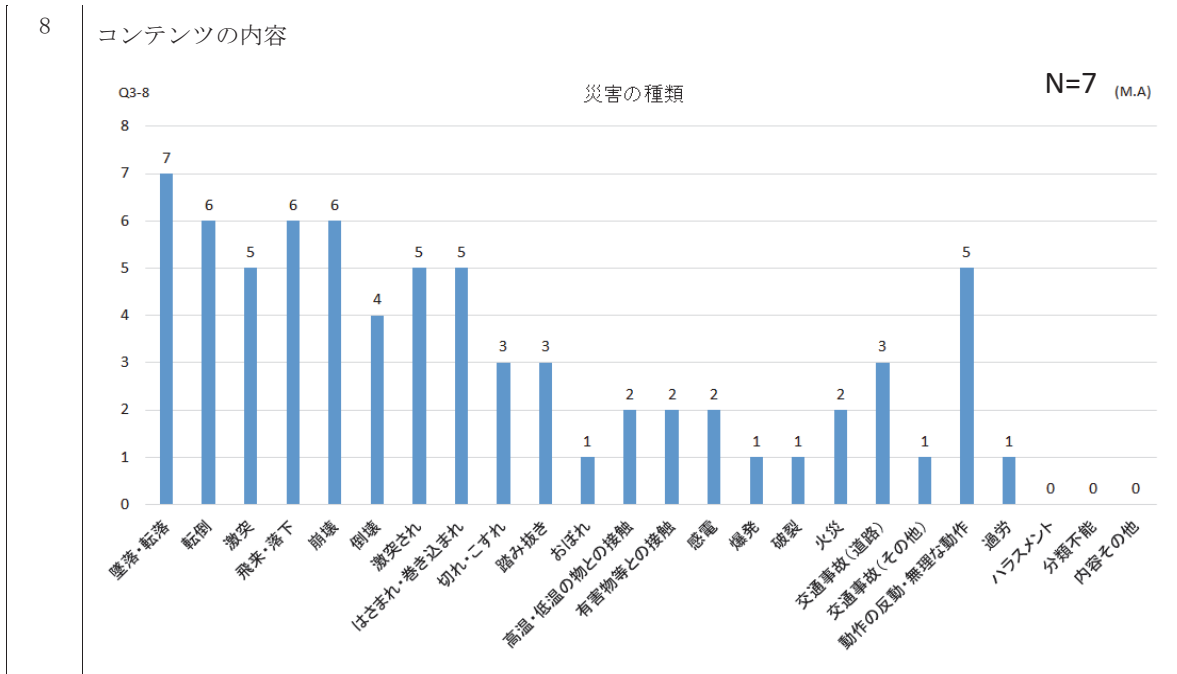


VR導入を検討したか否かについては、有り7件（50%）、無し7件50%となった。

VR導入検討有りの場合（7件）

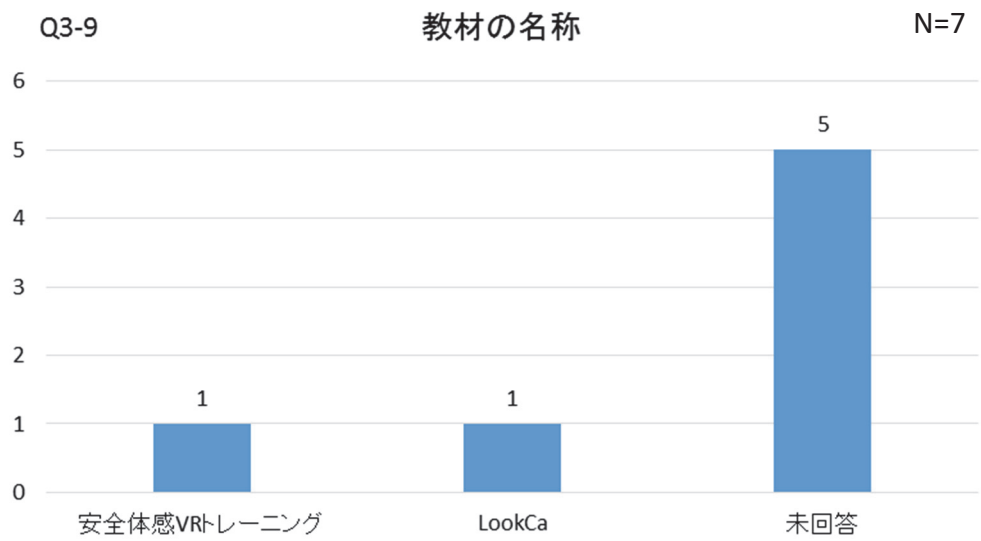


コンテンツの内容（対象工事）をみると、足場、型枠、機械設備・解体（クレーン等）が同数の5件で最も多かった。



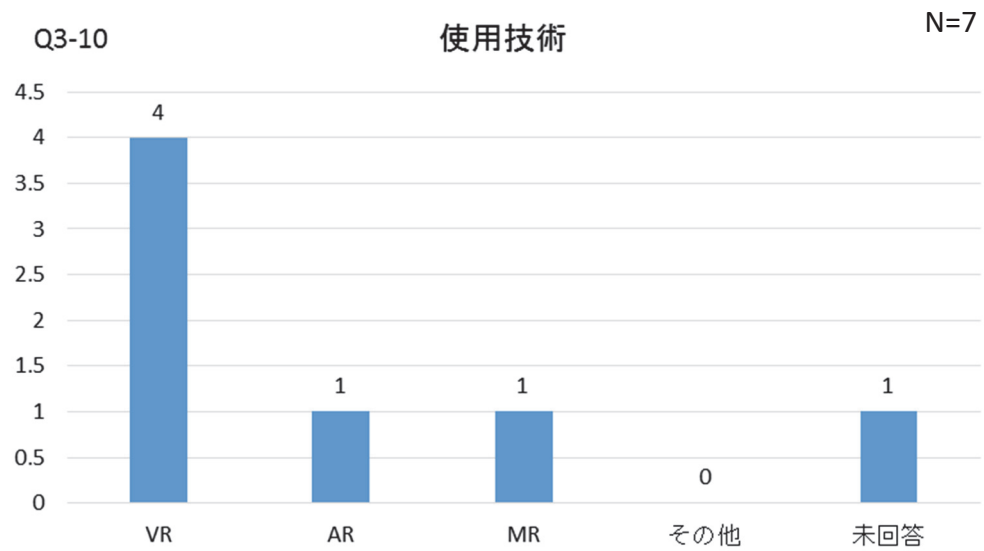
コンテンツの内容（災害の種類）では、墜落・転落7件、転倒、飛来・落下、崩壊6件と続いている。

9



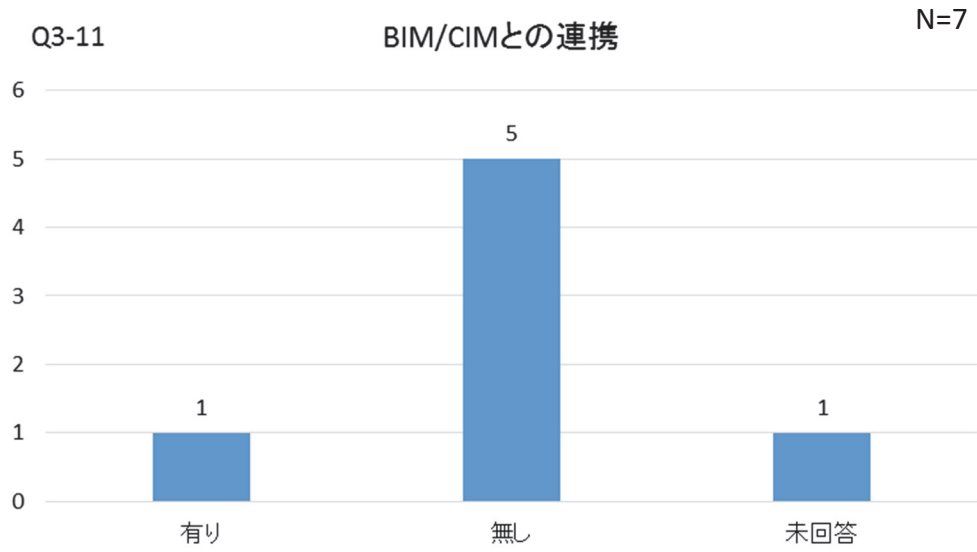
教材の名称では、未回答5件が最も多かった。

10



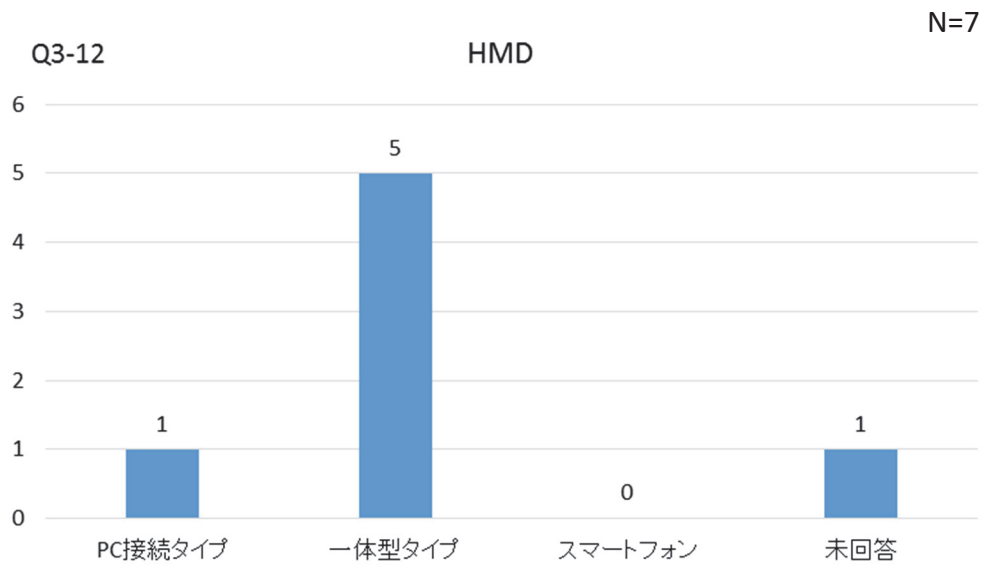
使用技術については、VR 4件が最も多い。

11



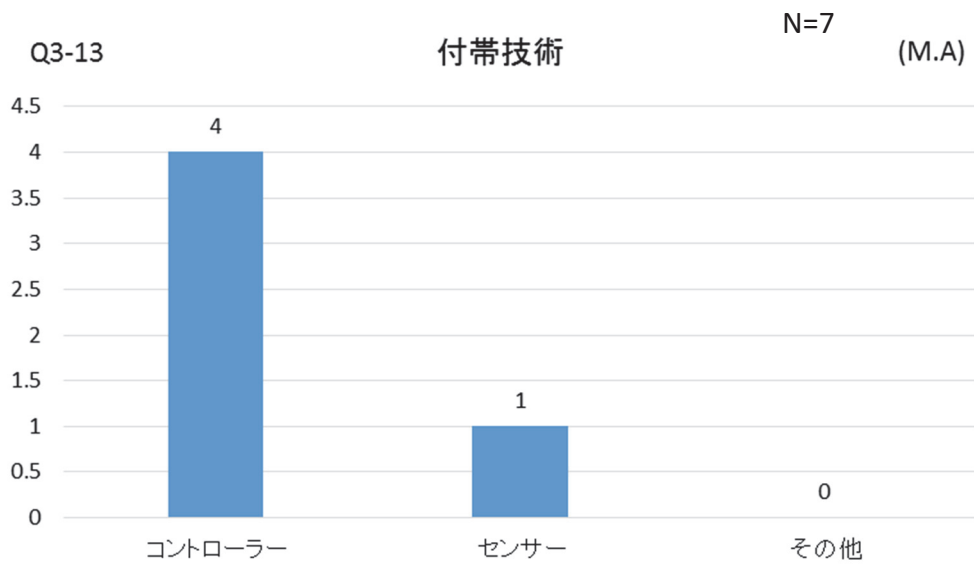
BIM/CIMとの連携をみると、無し5件が最も多い。

12



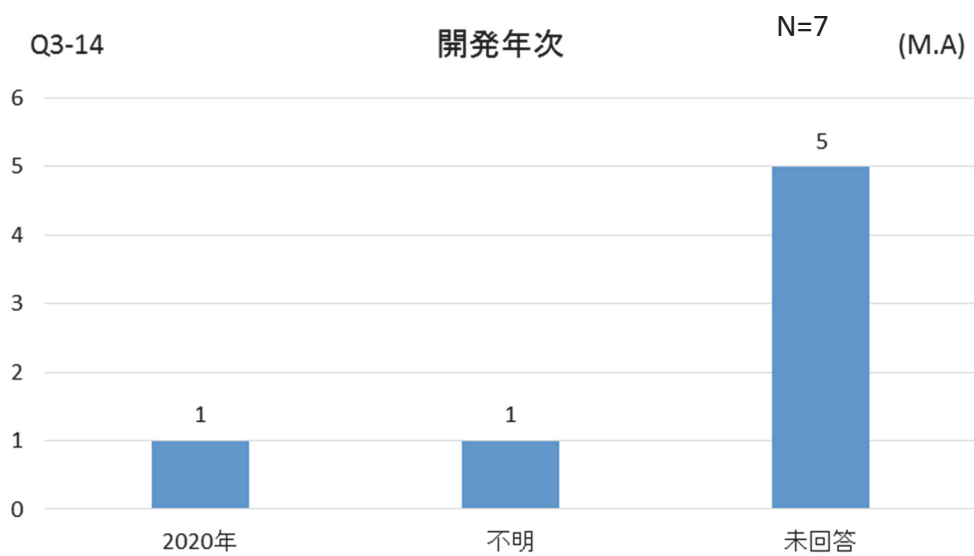
HMDでは、一体型タイプ5件が最も多い。

13



付帯技術では、コントローラー4件が最も多い。

14

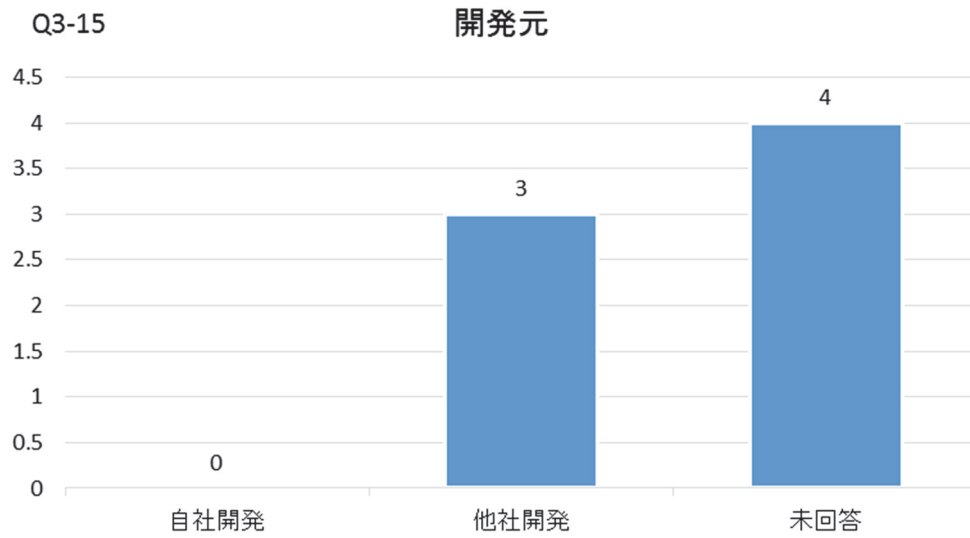


開発年次は、未回答5件が最も多い。

15

自社開発／他社開発

N=7



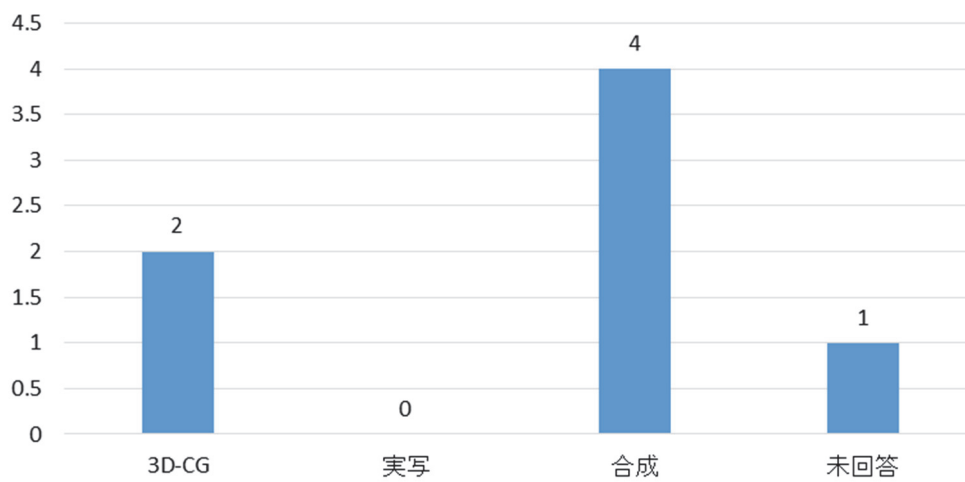
開発元については、未回答4件、他社開発3件となっている。

16

Q3-16

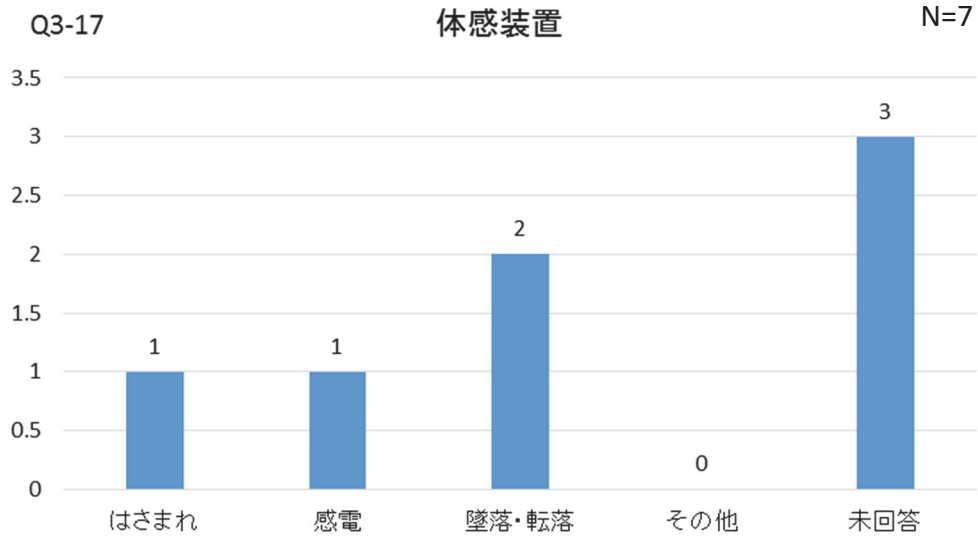
映像

N=7



映像では、合成4件、3D-CG 2件となった。

17



体感装置では、未回答3件、墜落・転落2件となった。

18

概要

- ・ 工事現場の事故体験VR 墜落災害、飛来・落下災害、土砂崩壊災害、重機接触災害、重機巻きこみ災害、曳船ロープ激突災害、電動工具切創災害、可搬式作業台転落災害、橋梁墜落災害、トンネル崩落災害

複数の事故体験コンテンツを備える教材を使用している。

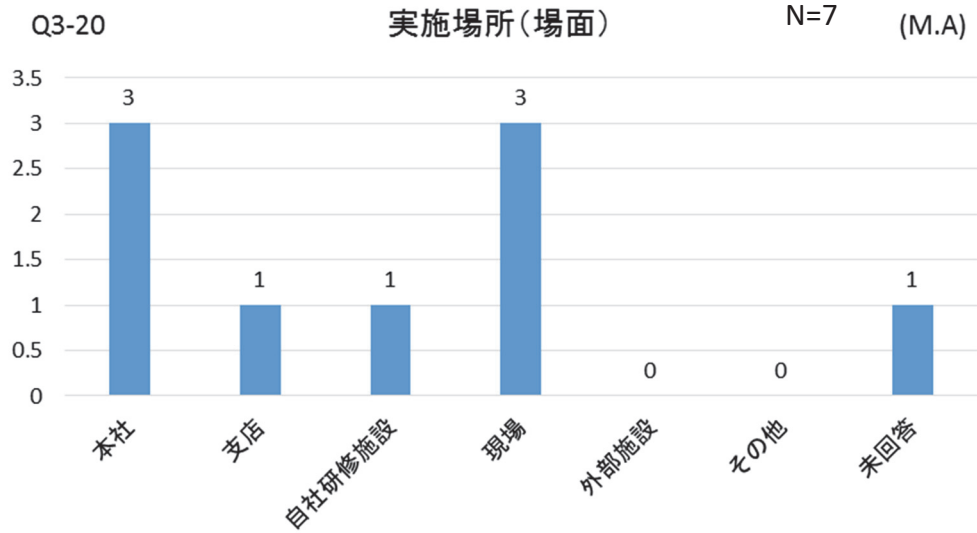
19

利用状況

- ・ 年に1回、新入社員受入研修で。（中途入社者も随時対象）
- ・ これから検討
- ・ 現在はまだ導入されていませんが、今後の活用予定として以下に記入
 - ① 職員教育カリキュラムの内、年1～2回程度
 - ② 安全大会等での職員および協力会社職員の体感体験

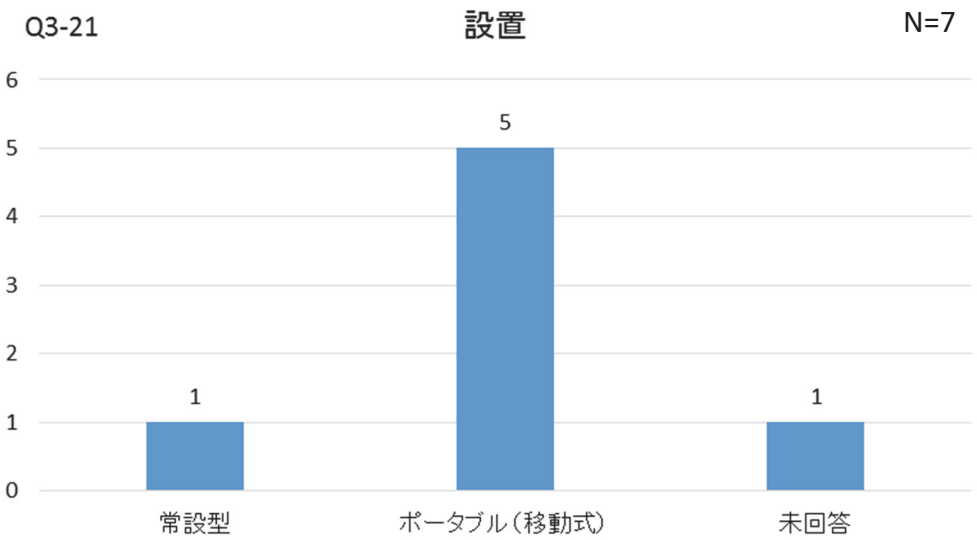
職員研修や安全大会等で使用している、または使用する予定という回答だった。

20



実施場所では、現場、本社ともに3件で最も多い。

21



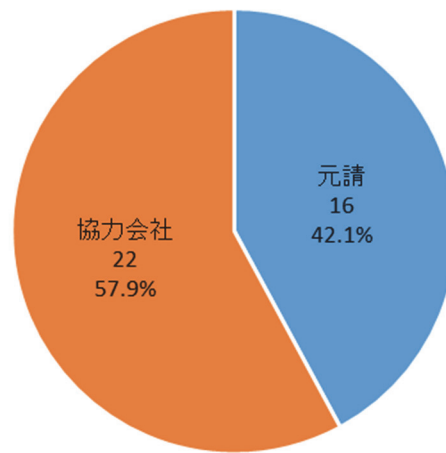
設置状況では、ポータブル（移動式）5件が最も多い。

Q3-22

対象者

N=7

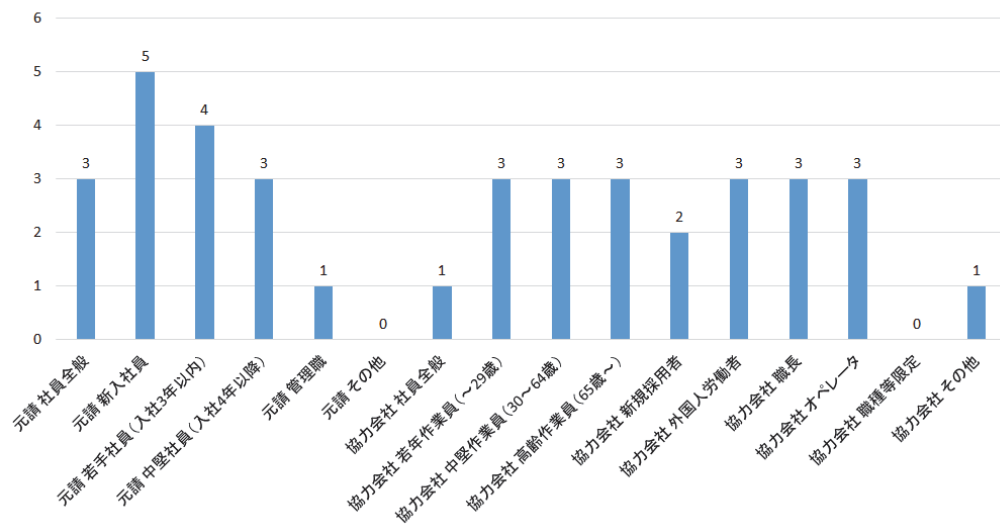
(M.A)



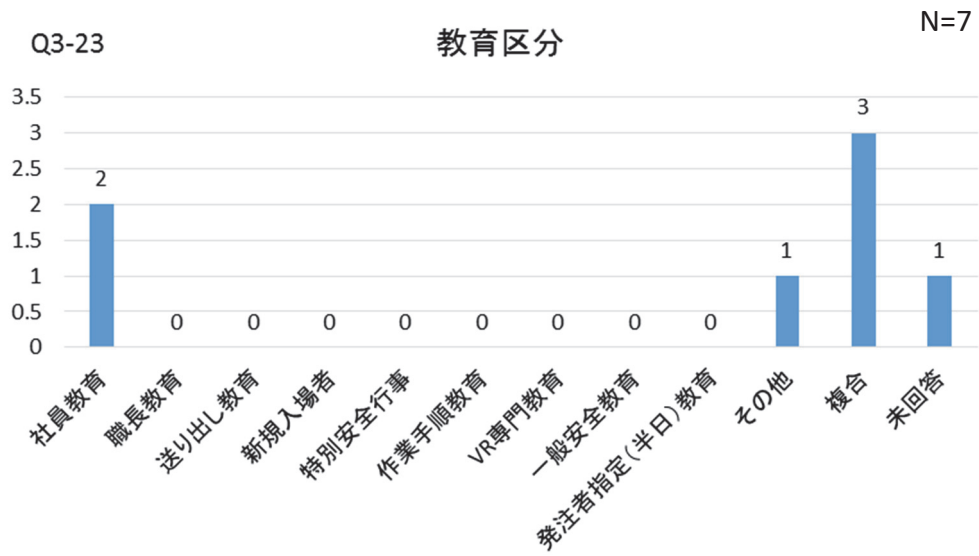
Q3-22

対象者詳細

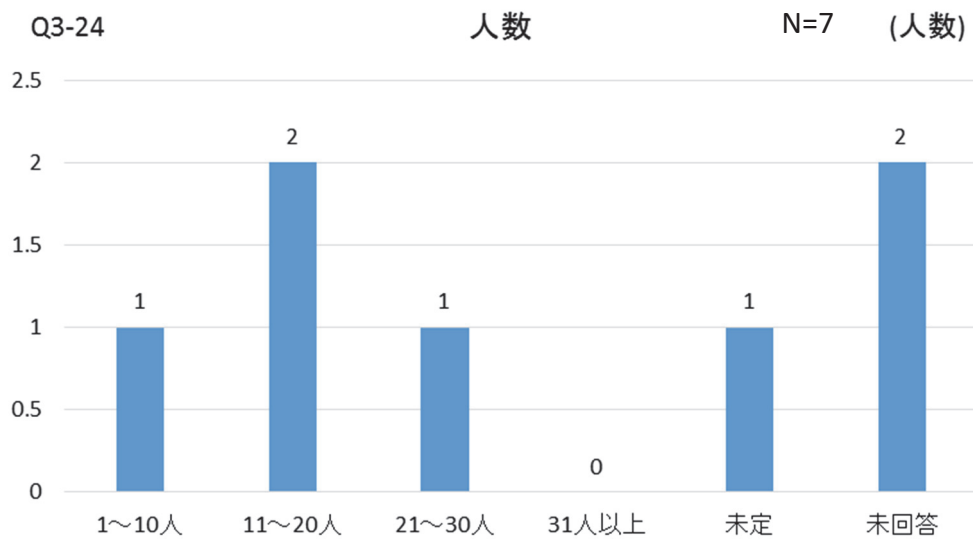
N=38 (M.A)



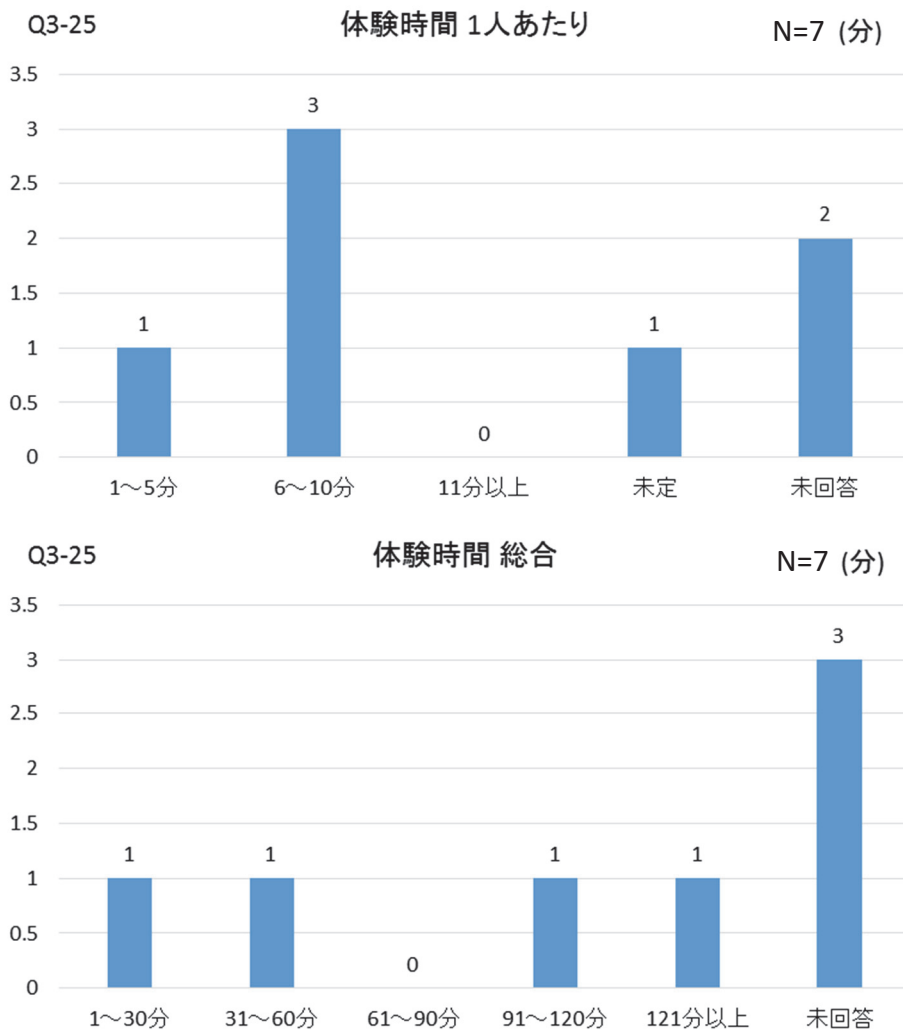
対象者としては、協力会社22件（57.9%）、元請16件（42.1%）となり、協力会社では、年齢別、職種別がそれぞれ3件、元請では新入社員5件が最も多い。



教育区分では、複合3件、社員教育2件となっている。



人数別では、11~20人 2件、未回答2件となった。



体験時間では、1人あたり6～10分が3件となった。

教育の実施手順

- ・ 座学→VR→動画
- ・ VRによる危険感受性向上教育
- ・ 具体的な実施方法等は検討中で、定まっていない。
- ・ 月1回の安全教育訓練の場にて、災害事例を座学で学び、VRを用いて同種災害を疑似体験する手法を考えている

座学を事前に実施してからVR教材を利用しているとの回答だった。

備考（意見）

- ・ 現段階では、全社的に導入することは検討していないが、コロナ禍での集合研修のあり方等と合わせて考える。
- ・ ① 弊社ではCIM、BIMの活用を推進していますが、すべての工事の対応には至っておりません。活用している現場では設計や景観だけでなく、危険の見える化等にも展開している。

② VR導入の検討欄には「無し」と記載しているが、CIMやBIMの活用がさらに展開した場合は、安全教育への資料や体験学習にも採用すべく検討をしていきたいと考えています。

今後のVR技術の発展次第では、導入を検討したいとの意見だった。

第4章 建設業におけるVR教育の展望

前章の建設工事におけるVR教育の実態調査結果から、建設業ではVRを用いた安全衛生教育の効果に期待が寄せられるものの、費用対効果等の観点から普及が十分進んでいない状況がわかる。

そこで、本章では、作業部会の蒔苗耕司部会長から建設業におけるVR教育の課題と展望について解説いただいたうえで、ベンダー2社からのVR教育コンテンツ等の展開を聞いた。

1 建設業におけるVR教育の課題と展望（蒔苗耕司部会長）

安全教育におけるVR利用の利点は、「危険な体験を安全に体験できる」ことである。今回の調査においてVR教育を導入した企業からも、仮想空間の中で現実感の高い災害の疑似体験ができることで、危険認識や安全意識の醸成に効果があったとの意見が多くみられ、その有効性について高く評価されている。

その一方でVR教育の利用頻度は必ずしも高くはなく、また、導入コストや同時体験者数の制約等の面で導入を見送っている企業も半数近くに上っている。最近では低価格のゲーム用VR専用端末やスマートフォンに利用したVRも普及し、「VRの大衆化」が急速に進んでいる。これによりVR教育導入のコスト面での制約は急速に解消されてきており、VR教育の先行導入事例等を参考にしながら、その効果的な利用を図っていく必要がある。またVRの大衆化が進むことにより、これからのVR教育ではただ単にVRを体験することの「目新しさ」や「楽しさ」だけではなく、より実質的な内容を伴った教育手法を考えていく必要がある。そのために、今後取り組むべき課題と展望について示す。

1) VR体験を核とした体系的かつ継続的な教育プログラムの確立

本検討におけるVR教育導入の目的は、従来通りのテクニカルスキルの習得による事故・危険の除去のみではなく、危険感受性を高め、危険回避能力としての「レジリエンス力」の育成に主眼を置くものである。そのためには、レジリエンス力を向上させるための4つのプロセス「予見」「監視」「対処」「学習」(E.Hollnagel, レジリエンスの4機能)を教育プログラムの中に反映させていくことが課題となる。実際にVR教育を導入している企業の事例においても、作業所内での安全教育や社員研修の場で、事故や危険のVR疑似体験をもとに行動の振り返りやグループでの討議等の機会を設けているものも多い。これらの事例を参考にしながら、受講者の経験年数や職種、現場状況等に応じ、VR体験と講義、振り返り、討議等を組み合わせた体系的かつ継続的な厚みのある教育プログラムを構築していくことが必要である。

2) レジリエンス力強化のためのVR教材の充実

①多種多様な場면을再現するコンテンツの充実

レジリエンス力を強化するためには、より多くかつ多様な場面における危険事象を体験するとともに、自らの体験を顧みて改善すべき事項を確認し、さらに再び同じ場面で改善効果をチェックするという学習サイクルを繰り返すことが必要である。これにより、特定のテクニカルスキルに依存せずに事故・危険に対する感受性と柔軟な対応力を高めていくことがで

きる。VRの利用は、安全な環境の下で危険事象を繰り返し体験できるという点で、このプロセスの実現において有効な手段である。

VR教育の導入事例では、ベンダーが提供する教材を利用しているケースが多くなっている。一部企業では、ベンダーとの共同開発により実際の事故事例の再現や実写映像の取り込み等の試みもなされているものの、現状では利用可能なコンテンツはまだ限定的であるともいえる。VR利用を一過性のもとしないうちに、多種多様な場면을再現できるよう、さらなるコンテンツの充実を進めていくことが必要である。またコンテンツによってはVR酔い等の問題も発生するケースもあり、コンテンツ作成においてVR体験が安全かつ快適にできるような配慮も必要である。

②ノンテクニカルスキル教育のための教材開発

レジリエンス力を高める上で有効とされるノンテクニカルスキルには、状況認識、意思決定、チームワーク、コミュニケーション、リーダーシップ等の現場監督者に必要とされるスキルが含まれる。その訓練においては、事故発生から通報・救助・避難・復旧・再発防止等の一連のプロセスを疑似的に体験できる仕組みが必要である。現在は、机上でのシミュレーションやカードゲーム等での模擬が訓練手法として用いられるが、VRやデジタルゲームの適用はより高い教育効果を生むものと期待され、今後の教材開発の課題である。

③言語の障壁を越えた安全教育への展開

最近では、現場での危険作業に携わる外国人労働数も増えており、これらの労働者に対する安全教育の充実も急務である。VRによる教育は、言語障壁を越えた教育手法として有効な手法である。今後のコンテンツの作成においては、アジア圏を中心とした就業者出身国に応じた言語への対応も進めていくことが望まれる。

④より高い現実感を得るためのVR安全教育体験施設の整備

VRによる安全教育は、現場作業所や研修施設での安全教育として行われ、HMD以外にも工具や可搬の足場等を併用して行われる場合も多い。これら機材の併用は高い現実感を表現し危険認識を高めることができるが、機材によっては設置の場所や手間等の問題が生じる。最近では、一部企業では安全教育のための研修施設を整備する取り組みも進んでおり、将来的には、このような施設を利用した現実感の高いVR体験施設の構築も期待できる。また研修施設を持たない企業（下請企業を含む）等を対象にしたVR体験可能な研修施設の提供も今後の課題として挙げられる。

3) ICTのさらなる進化と安全教育VRの展望

①複数人での仮想工事現場の共有による協調訓練への適用

最近ではPC接続不要の一体型VR端末も安価で提供されるようになり、さらに5G（第五世代移動通信システム）の普及に伴い、ネットワーク上での仮想空間の共有も容易になりつつある。このような環境を利用すれば、複数人が同一の仮想工事現場に入り込むことも可能であり、複数人での協調作業の疑似体験や大規模な事故におけるノンテクニカルスキルを対象とした安全教育への活用も考えられる。

②クラウド上でのコンテンツ共有の促進

VRシステムの開発は主にゲーム開発環境が利用されていたが、最近ではHMDの機種に依存せず、ブラウザ上で稼働する仕組みも整備されるようになってきている。これらの仕組みを生かすことにより、クラウドベースでのVRコンテンツの共有も可能であり、コンテンツ充実の方策として期待される。

③BIM/CIMによる3次元情報を活用した現場表現

国土交通省が中心となって進めているBIM/CIMの取組みにより、設計情報の3次元情報化も急速に進展している。BIM/CIMで構築された3次元情報を仮想空間に取り込むことにより、工事の作業手順を仮想空間内で確認したり、事前の危険予測等に役立てることが可能となる。また最近では360度カメラやドローン等も普及し、利用者が撮影した映像や点群データをVR環境に逐次取り込み、仮想空間内で共有することも可能になっている。これらの仕組みを現場での安全教育に利用することで、受講者にとってより身近な問題として現実感の高い教育の実現が期待できる。

以上、建設工事におけるVR安全教育の課題について述べるとともに、ICT・VR技術の進化と今後の展望について示した。今回の調査により安全教育へのVR導入の有効性が示されており、これら先行事例については「労働災害のためのICT活用データベース」でも提供予定である。今後は、これらの事例を参考にするとともにICTのさらなる進化を踏まえながら、VRを有効に活用した体系的な教育システムの構築を進めていくことが重要である。

2 ベンダーの立場から

2.1 つくし工房（倉持滋オプザーバー）

1) 安全教育VRの活用と今後の展望

弊社の商品「VR事故体験・安全教育 LookCa」は販売・レンタルを開始して3年が経過致しました。取扱いが容易なスタンドアロン型である点や、事故体験から安全教育までを1コンテンツで完結出来る点などを高く評価していただいたことにより、建設業界内においてずいぶん安全ツールの一つとして浸透して参りました。現在はコロナ禍において、感染予防の観点から集団教育を行えない状況であります。その中において個人個人で体験教育が行えるVRは、こういった状況下でも利用しやすい安全ツールであるという点をお客様へ改めてPRしております。

2) 今後の発展課題

現在、「LookCa」は建築・土木工事における災害10コンテンツ・交通災害4コンテンツの計14コンテンツで構成されております。

「建設工事におけるVR教育事例に関する実態調査」の内容を踏まえて、「今後VRに期待すること」の項目を参考に来年度へ向けて、更なるコンテンツの拡充を目指しております。現在のコンテンツは死亡を伴う重大災害を元に作成しておりますが、建設業において微小災害も日々数多く発生している現状を考慮し、重大災害だけにとらわれず、そういった微小

な災害のコンテンツの制作を進めることや、VRにおいてどの様に表現出来るかなど、更なる改良が必要と考えております。

また、「VRを教育に活用しない理由」で挙げられたなかで特に多かった集合教育については、今後の新技術の開発や向上を踏まえて前向きに検討してまいります。また出来る限りコスト面の問題にも取り組んで、コンテンツの拡充を含めて顧客満足度を高めていくよう努力してまいります。

3) VR安全教育と展望

「今後、VRに期待すること」のご意見内容を含めて、現在本商品をお使いいただいているお客様方より、数多くのご意見やご要望ならびに活用方法のご相談を頂いております。お客様ごとにオリジナルコンテンツの作成のご相談や独自の使用方法の構築など、その内容は多岐に渡っております。

例えといたしまして

- ・インタラクション（感電/墜落/振動等）ありのVRコンテンツを製作してほしい。
- ・ウェアラブルカメラで撮影してVR+5Gで遠隔型教育や監視及び安全パトロール等を施工したい。
- ・災害が発生してすぐにその災害を社内に周知する方法としてVRを活用できないか。
- ・安全教育と並行してVRを違う方法で活用出来ないのか。
- ・重機のオペレーター側から見た死角や無人重機の盲点をVRで再現して安全教育をしたい。

上記のようなお客様のニーズは多様化しております。そのご要望に技術の進歩をどの様に結び付けていくか、そこにVRを活用してどこまで応えられるか等が課題として挙げられます。

日頃から建設現場にて安全用品を販売している弊社の強みを活かしまして、今後も安全教育VRの更なる開発を続けていく所存でございます。

2. 2 積木製作（赤崎信也オブザーバー）

建設業に置ける今後のICTの活用について述べさせていただきます。ただこれから述べる事は建設業の安全教育だけではなく、広く製造業や他の企業研修にも当てはまるものになりますので、少し広い範囲での記述になると思いますが、事前にご理解頂き、読み進めて頂ければ幸いです。

今後のxR教育はどうなっていくのか、予想というよりは既に弊社が取り組んでいる事、確実にもうそこまで来ている未来についての話しになります。

安全教育を含めた今後の企業研修ですが、確実に何かしらのプラットフォームを使用したものになります。プラットフォームとは基盤という意味ですが、ベースとなる基盤を使用し、多人数に対して少数の管理者、講師がアプローチしていく形になっていきます。

ご存じの通り、新型コロナウイルスの影響でリモートワークが当たり前になり、DXとよばれる業務上のデジタルへの移行は元に戻る事はありません。便利なものは残り、過去の不便なものは排除されていきます。ハンコもそのひとつです。電子署名のサービスが浸透し、営業担当者であれば電子署名でのやり取りを一度は経験しているのでは無いでしょうか。手形

決済についても弊社のクライアントの一つから廃止にするとの通達がありました。経済産業省から 2026 年までに廃止にする案が発表されたばかりです。

コロナを機にこのような DX へのシフトが急速に速まりました。Microsoft Teams の利用者数が急増し、国内でも Sansan やサイボウズといった SaaS 企業が軒並み業績を伸ばしています。

企業における教育、研修も例外ではなく、その在り方が変わっていきます。リモートワークにより人材が分散する事で、一箇所に人を集めて研修をする事が困難になるというのが一つの要因としてありますが、それ以外の様々な理由から、教育の方法が時代と共に変化するのはです。そんな中で教育のプラットフォームとして存在感が増しているのが e-ラーニングシステムです。LMS (Learning Management System) と呼ばれる学習管理システムを各社が開発しています。

多くの LMS は SCORM という世界標準規格に則って制作されています。この規格に則って制作されたコンテンツであれば、SCORM 対応のどの LMS にも載せる事が可能となります。我々コンテンツ制作会としては SCORM 対応の教育コンテンツを制作すれば、世界中の e-ラーニングシステムに載せる事が可能となり一気に可能性が広がる事から、現在研究を進めています。

ただ SCORM は基本的にはオンライン下の WEB ブラウザで実施する事が前提となっており、VR ゴーグルでの体験は想定されておりません。ですがブラウザベースの VR の開発も可能であり、弊社でも取り組んでいます。Unity や UE4 でも WebGL を使用して制作が可能ですし、3DVISTA というパッケージソフトを使用して、ブラウザベースのコンテンツを制作しています。3DVISTA は非常に優れた製品で、SCORM へのパブリッシュにも対応しています。2020 年の後半には弊社でも 3DVISTA を使用し、複数の案件を開発させて頂きました。実案件ではありませんが、弊社サイトにデモコンテンツを掲載しています。

<http://tsumikiseisaku.com/vrox360vt/>

安全教育のみならず企業研修は既存のプラットフォームである e-ラーニングをベースに VR, MR の活用が進むと考えています。

とはいえブラウザベースだと安全教育等の体感が重視される領域では不足感があり、なんとか VR ゴーグルを使用できればという所です。その問題を解決するのが、SCORM の次世代規格、xAPI です。xAPI では多くのデバイスに対応させる事が可能で、xAPI 規格で制作されたラーニングシステムであれば VR を e-ラーニングで活用するためのプラットフォームとなる可能性が高まります。今後、多くの VR コンテンツが e-ラーニングと連携し、より手軽に多くの方が活用するものとなるでしょう。個人に ID が割り当てられ、個人の体験履歴やスコアを AI で分析し、管理者が教育内容を分析、評価したり、受講者に対してアドバイスを送ったりといった事が可能となります。VR であれば「行動」の履歴を取る事ができるので、この時にどこを向いていたのか、どの様な動きをしていたのかといった体験時間やスコア以外の測定が可能となり、今までとは違った角度からの分析ができるようになります。防災 VR を展開している株式会社理経は脳活動計測技術を持っている NeU と提携し、VR 体験中の脳活動を計測し、効果測定に役立てる試みをスタートしています。

<https://www.rikei.co.jp/news/2020-2/>

この様に、eラーニングシステムで分析できる指標の取得が容易となっており、それぞれの技術が結合して新しいサービスが生まれていく事となります。

弊社では「安全体感 VR トレーニング」という安全体感 VR 教育商品を開発、販売しています。eラーニングシステムほどの機能は無いですが、体験履歴を取得し、WEB ブラウザで確認できるシステムを構築しています。eラーニングシステムという既存のプラットフォームを利用するのではなく、我々自身が現在のシステムを発展させて VR に特化した eラーニングシステムを開発するという可能性もあります。

VR ゴグルを使用し、複数人が同時に体験する。共同作業をする。といった教育シナリオを開発する事が可能です。共同作業がバーチャルで実現すれば、これまでの単独での VR 体験や PC を使用した eラーニングとは比べ物にならない教育効果を産む事になります。

プラットフォームそのものが VR になる事も考えられます。既にバーチャルオフィスやバーチャル展示会等のサービスは世の中に多く存在します。その中から教育分野に注力していくプラットフォームが出てくる可能性が高いと思っています。

国内ではバーチャル渋谷、バーチャル丸の内を手がけている cluster <https://cluster.mu/> や synamon が手がける「NEUTRANZ」 <https://synamon.jp/#product> が有名です。特に「NEUTRANZ」は VR イノベーションタワーというコンセプトを打ち出し、オフィス、トレーニング、プロモーションといった全てをバーチャルで実現しようとしています。この様な VR プラットホームの中で企業研修が実施されるようになるでしょう。

この様なプラットフォームには今後必ず「デジタルツイン」という概念が加わってきます。現実空間の人の動きや車の流れ、工場であれば製品の動きや設備の状態全てをスキャニング、データ化してリアルタイムに VR 空間に反映します。VR 空間ではそのデータを元にシミュレーションを実行し、現実空間にフィードバック、設備や人の流れ、製品の流れの中で発生した不具合を改善する。その様な事がすでに実装され始めています。

建設現場であればウェアラブルな機器を作業員全員が装着するという日も遠くないと思います。建設現場向けのウェアラブルカメラや作業者のみまもりを目的とする端末が既に既製品として販売されています。脈拍や温湿度、体温等を計測し、事故のリスクがある作業者を特定する事で災害を未然に防ぐといったことが既にできるようになっています。GPS やその他のセンサーを使用して行動履歴をとったり、脳波計測を掛け合わせれば作業員の思考、ストレスもリアルタイムでデータ化しバーチャル空間に反映する事ができます。この様に取得したデータはビッグデータとなり AI で解析すれば、労働災害が起こった時になぜ起こったのか、普段では顕在化しない全てのヒヤリハットもかなり高い精度でデータを取得、解析する事ができます。

その状況を VR で再現すればより説得力のある安全教育を実施する事が可能です。ウェアラブルカメラが 3D スキャンの目的で使用できれば、リアルタイムに現場の 3D モデルを構築する事も可能になります。今では最新の iPhone に LIDER が搭載され、簡単に現実空間を 3次元モデル化する事ができるようになっています。現場作業員全員がその様な機能を持ったウェアラブルカメラを持ち、作業中に周辺環境を常に取得する。5G 回線を使用して大容量のデータをサーバーに転送する。そうすれば日々形が変わっていく建設現場のデジタルツインが完成します。

実際の現場に即した教育を実施したいというのは教育担当者の願いだと思いますが、現場のデジタルツインがリアルタイムで完成していればいつでもどこでも、特定の現場の状況をVRで体感し、教育を実施する事ができるようになります。

この様にデジタル技術が進化し、我々が活用する事ができる技術、データが揃ってきました。BIM/CIM, 点群といった情報が付加されている3Dモデルや5Gを利用した高速通信、Liderを始めとする現実空間のスキャニング技術、この様なものを全てうまく利用し、教育に活かす事ができるプラットフォームを作る事が我々開発者の使命だと思っています。VR/MRデバイスも新しいものがどんどん開発され、高機能で且つ安価になり、身近なものになってきました。

更に教育上非常に重要となるのが、触覚等の視覚聴覚以外の五感に訴える仕組みです。弊社にも製造業や建設業、様々な業界から、痛みや熱の再現をしたいという問合せを非常に多く頂いています。現状は完全に再現できるハードウェアは世界的にまだ無く、お客様の問合せに満足頂ける回答ができていないのが現状です。現在進化中の分野ですが、触覚についても今後更に進化し、要望を満たすデバイスが出現するだろうと思っています。

このような全ての要素を統合し、よりよい世界を創造するようなサービスを産み出していきたいと考えています。既に研究開発をスタートさせています。弊社のサービスの中で一番お客様に支持されているのが安全教育VRです。研究結果を安全教育VRサービスの中で実装し、いち早く世の中に出していきたいと考えています。

3 まとめ

本章において、蒔苗部会長が指摘するように「安全教育におけるVR利用の利点は、危険な体験を安全にできること」にあり、今後は単にVRを体験するだけでなく、実効性のあるVR教育の手法を構築することが必要となる。この点、蒔苗部会長は、VR教育の課題として「VR体験を核とした体系的かつ継続的な教育プログラムの確立」「レジリエンス力強化のためのVR教材の充実」という2点を挙げ、テクニカルスキルのみならず、危険感受性を高め、危険回避能力としてのレジリエンス力の育成のためには「受講者の経験年数や職種、現場状況等に応じて、VR体験と講義、振り返り、討議等を組み合わせた体系的かつ継続的な厚みのある教育プログラムの構築が必要である」としている。

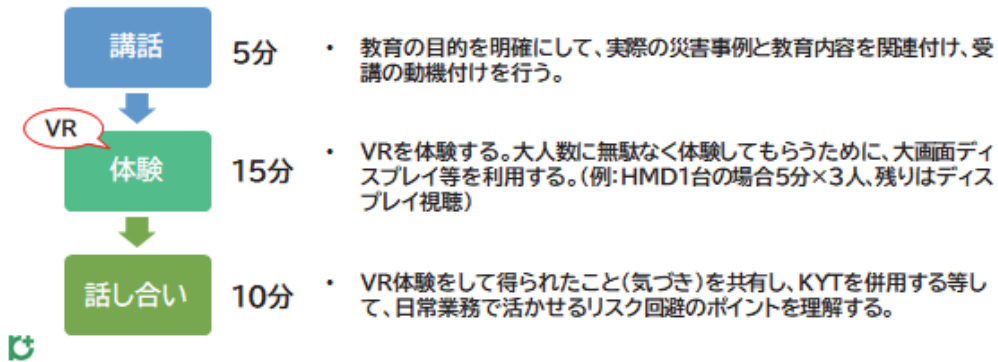
こうした指摘を受け、最後に、建設工事現場でVR安全衛生教育を実施する場合を想定したプログラムの一例を提示する。

このプログラムは、職種ごとの特性を踏まえ、継続的にテクニカルスキルとノンテクニカルスキルを習得できるよう設定されたものであり、「災害ごとの危険感受性を高め、自己判断でリスクを回避するための対応（レジリエンス力）を身につけるとともに、チームとしても危険の共通認識を持ち、災害を防止する方法を学ぶ」というVR教育の目的を明確にした上で実施するものである。1回の教育パッケージは、講話5分、VR体験15分、話し合い10分の計30分で完結することとし、イントロダクションで受講の動機付けをした後、VR体験をし、当該体験で得られた気づきを日常業務に落とし込めるようインクルージョンすること、また、大画面ディスプレイを活用する等して、大人数が無駄なくVR体験できることが特徴である。

なお、ここで提示したプログラムについては、次年度以降、現場での試行実施を経て、実効性及び実用性を検証することが必要である。

建設工事現場におけるVR安全衛生教育のプログラム例

たとえば		月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
H C Y	目的	災害ごとの危険感受性を高め、自己の判断でリスクを回避するための対応(レジリエンス力)を身につけるとともに、チームとしても危険の共通認識をもち、災害を防止する方法を学ぶ。													
	内容	基礎的な力 転倒			墜落 転落			激突			飛来 落下		はさまれ 巻き込まれ		切れ こすれ
	時間	30分			30分			30分			30分		30分		30分



第5章 今後の課題

本年度の委員会では、「労働災害防止のための ICT 活用データベース」の新規事例の審査等を着実に進めるとともに、令和元年度から進めてきた建設現場の VR 教育事例に関する実態調査を踏まえて「レジリエンス能力向上のための VR 安全衛生教育プログラム」を開発した。

i-Construction に代表されるように無人化施工等の ICT を活用した本質安全化対策は災害防止のリスクを限りなく低減されるものとして、より積極的にこれを推進することはもとより、メンタルヘルス委員会において開発した「深化した Safety I +Safety II」の取組を促すことに加え、ニーズの大きい新ヒヤリハット報告のデジタル化を実現することで、これまで把握が困難であったリスク、ヒューマンファクター、レジリエンス等の要因に係る膨大なデータを取得できることになる。そして、この集積されるビッグデータについて AI 分析を行い、併せて既存の安全衛生情報のデジタル化を進めることによって、これまでの安全衛生管理手法とは次元の異なる安全性管理の DX（デジタルトランスフォーメーション）の方向性が窺がえるのではないかと推察する。

そこで、今後は「建設業におけるメンタルヘルス対策のあり方に関する検討委員会」及び「ICT を活用した労働災害防止対策あり方に関する検討委員会」の合同会議を設置して、双方の専門家の英知を結集された会議としたい。

検討事項（案）は次のとおり。

- (1) これまでの検討結果の確認
 - ① 「建設業におけるメンタルヘルス対策に関する検討委員会」による検討成果
 - ② 「ICT を活用した労働災害防止対策に関する検討委員会」による検討成果
 - ③ 建災防方式「新ヒヤリハット報告」活用マニュアルの発刊
- (2) 求められるこれからの労働安全衛生対策
 - ① 建設業の労働災害発生状況の経緯と現状
 - ② 建設業の安全衛生を取り巻く状況
 - ③ これからの建設業の安全衛生対策の体系
- (3) 建設業における安全衛生管理の DX の方向性
 - ① 「新ヒヤリハット報告」のデジタル化
 - ② 既存の安全衛生関係情報のデジタル化
 - ③ 集積した「新ヒヤリハット報告」の AI 分析
 - ④ ①から③を統合した安全衛生管理 DX の方向性

巻末資料

1. 建設工事におけるVR教育事例に関する調査の実施要領 63
2. 建設工事におけるVR教育事例に関する調査 調査票 65
3. A社における無人化施工例 73

建設工事における VR 教育事例に関する調査の実施要領

建設業労働災害防止協会

1. 趣旨

昨今、災害の疑似体験をリアルに学ぶことができる VR 等を活用した体験型の安全教育が全産業で注目されています。この VR 教育は作業時の危険感受性を高めるために有効であることが指摘され、今後、大幅な普及が見込まれています。そこで、実際に建設工事で活用されている VR 事例を収集し、VR の内容やその効果と課題等を整理して、より効果的な活用方法等の情報を当協会の ICT データベースに掲載することにより、広く建設工事の災害防止に役立つものです。

2. 調査の方法

- この調査は、主として建設工事で活用されている VR 教育の事例及び活用方法について調査するために行うもので、選択式と自由記述式を組み合わせた質問紙によって構成されています。
- 別紙の調査票を用いて、貴社における VR 等を用いた教育についてご回答ください。
VR 教育を実施している場合は Q2 を、VR を用いた教育を実施していない場合には Q3 をお答えください。
- VR 教育を実施している場合、1 社あたり現場及び店社それぞれ可能であれば 5 事例程度の提出をお願いします。

3. 回答上の注意点

- VR 教育を実施している場合、現場または店社で VR を用いた教育 1 件ごと 1 枚の調査票に記載し、提出してください。(Q2 は教育を実施した部署で記載してください)。
- VR を用いた教育を実施していない場合は、1 社あたり 1 枚の調査票を提出してください (Q3 は本社で記載してください)
- この調査でご回答いただいた内容は、建設業労働災害防止協会 ICT 活用データベースに掲載される予定です。
- 掲載される技術の権利関係について、他社に所有権等がある場合は予め掲載の許可を得ていただきますようお願いいたします。
- 本件掲載にあたり、貴社ご担当者に内容を確認させていただく場合があります。

<用語の解説>

- VR (Virtual Reality : 仮想現実) …コンピュータ上に仮想的な世界を作り出し、あたかも現実そこに在るかの様な体験をさせる技術。※1
- AR (Augmented Reality : 拡張現実) …現実の環境にコンピュータを用いて情報を付加することにより、人工的な現実感を作り出す技術。※1
- MR (Mixed Reality : 混合現実) …AR をさらに発展させ、現実空間と仮想空間を混合し、現実と仮想とがリアルタイムで影響し合う新たな空間を構築する技術。※2
- HMD (ヘッドマウントディスプレイ) …ゴーグルやヘルメット、眼鏡のような形状の、頭部に装着して使用する表示装置。※3
- 3D-CG…コンピュータグラフィックス (CG) の表現手法の一つで、3 次元空間に存在する立体の様子を平面に投影して描画したもの。※3

<出典>

- ※1 首相官邸 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部
「世界最先端デジタル国家創造宣言・官民データ活用推進基本計画について 用語集」2018.6
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20180615/siryou3.pdf>
- ※2 経済産業省北海道経済産業局「北海道 xR 企業カタログ 2019 Ver. 1」2019.3
https://www.hkd.meti.go.jp/hokim/20190322_2/catalog.pdf
- ※3 「IT 用語辞典 e-Words」 <http://e-words.jp/>

建設工事における VR 教育事例に関する調査

- 建設工事の VR 教育について、ご回答ください。

Q1 貴社では、現場または店社において VR 教育を実施していますか。

1 はい

2 いいえ

1 と答えた場合は Q2 へ、2 と答えた場合は Q3 へ

建設工事におけるVR教育事例に関する調査

- 建設工事のVR教育について、ご回答ください。

Q2 【Q1で 1 はい と回答した方】

貴社で実施しているVR教育について、ご回答ください。

1 企業名 ※貴社名を記載してください。	
(企業名) 	
2 ご担当者氏名、電話/Mail ※ご担当者名と連絡先を記載してください。	
(ご担当者名) 	(連絡先)
3 コンテンツの内容 (工事の種類) ※該当するものすべてに○ (複数回答)	
【共通】	
1 仮設備設置工事	2 掘削・埋戻し工事
6 型枠工事	7 鉄筋工事
10 造園工事	11 解体工事
15 プラント工事	16 その他 ()
3 土止め工事	4 杭工事
8 コンクリート工事	9 機械設備組立・解体工事(クレーン等)
12 作業構台工事	13 舗装工事
14 車両による運搬工事	
【土木】	
17 山岳トンネル工事	18 シールド工事
22 法面工事	23 重機土工事
27 さく井工事	28 橋梁工事
19 推進工事	20 潜函工事
24 河川工事	25 港湾・海岸工事
29 その他 ()	例) 鉄道接近工事
【建築】	
30 鉄骨建方工事	31 PC工事
35 塗装工事	36 防水工事
40 木造家屋建築工事	41 その他 ()
32 外装工事	33 屋根工事
37 左官工事	38 建具工事
34 内装仕上工事	39 外構工事
【設備工事】	
42 電気工事	43 電気通信・信号装置工事
46 その他 ()	44 管工事
45 機械器具設置工事	
【その他】	
47 すべての工事で共通する作業 ()	例) 玉掛作業、脚立作業
4 コンテンツの内容 (災害等の種類) ※該当するものすべてに○ (複数回答)	
1 墜落・転落	2 転倒
6 倒壊	7 激突され
11 おぼれ	12 高温・低温の物との接触
16 破裂	17 火災
21 過労	22 ハラスメント
3 激突	4 飛来・落下
8 はさまれ・巻き込まれ	9 切れ・こすれ
13 有害物等との接触	14 感電
18 交通事故 (道路)	19 交通事故 (その他)
23 分類不能	24 その他 ()
5 崩壊	10 踏み抜き
15 爆発	20 動作の反動・無理な動作
5 教材名 ※教材名を記載してください。	
(教材名) 	
6 技術 ※該当するものに1つ○	7 BIM/CIM 連携の有無 ※該当するものに1つ○
1 VR	1 有り
2 AR	2 無し
3 MR	
4 その他 ()	
8 HMD ※該当するものに1つ○を付け、その製品名を記載してください。	
1 PC接続タイプ	2 一体型タイプ
3 スマートフォン	(製品名)
9 付帯技術 ※該当するものすべてに○	
1 コントローラー	2 センサー
3 その他 ()	
10 開発年次 ※開発年次を記載してください。	11 自社開発/他社開発 ※該当するものに1つ○
(年)	1 自社開発
	2 他社開発 (社名:)
12 映像 ※該当するものに1つ○	
1 3D-CG	2 実写
3 合成	

13 体感装置 ※該当するものに1つ〇			
1 はさまれ	2 感電	3 墜落・転落	4 その他 ()
14 概要 ※自由記述:この技術の概要を記載してください。			
15 利用状況 ※自由記述:どの程度(頻度)、活用されているかについて記載してください。			
16 実施場所(場面) ※該当するものに1つ〇		17 設置 ※該当するものに1つ〇	
1 本社	2 支店	3 自社研修施設	1 常設型
4 現場	5 外部施設	6 その他 ()	2 ポータブル(移動式)
18 対象者 ※該当するものにすべてに〇(複数回答)			
【元請】			
1 社員全般	2 新入社員	3 若手社員(入社3年以内)	4 中堅社員(入社4年以降)
5 管理職	6 その他 ()		
【協力会社】			
7 社員全般	8 若年作業員(～29歳)	9 中堅作業員(30～64歳)	10 高齢作業員(65歳～)
11 新規採用者	12 外国人労働者	13 職長	14 オペレーター
15 職種等限定(対象:)	16 その他 ()		
19 教育区分 ※該当するものに1つ〇			
1 社員教育	2 職長教育	3 送り出し教育	4 新規入場者教育
5 特別安全行事	6 作業手順教育	7 VR専門教育	8 一般安全教育
9 発注者指定(半日)教育	10 その他 ()		
20 一度に教育する人数 ※人数を記載してください。		21 体験時間 ※それぞれ時間を記載してください。	
()人		1人あたり ()分	合計 ()分
22 教育の実施手順 ※自由記述:この技術を使った教育の実施手順について記載してください。			
例) ①映像で学習(事故発生状況をCGで学習) ②VRによる危険感受性向上教育 ③安全教育(ディスカッション)			
23 VRを活用した目的 ※該当する上位3つに〇			
1 災害の防止	2 危険の認識	3 安全意識の醸成	4 注意喚起・気づき
5 作業方法・ルールの理解促進	6 不安全行動の抑止	7 問題解決思考・対策行動の強化	8 省人化・効率化の促進
9 迅速な合意形成	10 状況認識能力の向上	11 意思決定能力の向上	12 コミュニケーション能力の向上
13 リーダーシップの向上	14 その他 ()		
24 VRを活用して得られた効果 ※自由記述:この技術を利用して得られた効果について記載してください。			
例) 理解が深まった			

25 課題 ※該当する上位3つに○

- | | | |
|---------------------|--------------------|-------------------|
| 1 使用する者が限られ手持ち時間がある | 2 体験だけで知識の習得には向かない | 3 効果実感が得られない |
| 4 教育効果の持続性 | 5 心理的負担（恐怖心、驚愕など） | 6 年齢制限 |
| 7 体調への影響 | 8 導入コストの負担感 | 9 コンテンツが限定的 |
| 10 ハードウェアの性能が不十分 | 11 ハードウェアの扱いが難しい | 12 VRを用いた教育体系の未確立 |
| 13 その他（ ） | | |

26 効果を上げるために必要なこと ※自由記述:VR教育の効果を上げるために必要と考えられることについて記載してください。

例) VRを組み込んだ体系的な教育プログラムが必要

27 今後、VRに期待すること ※自由記述:今後のVR教育の展開に期待することについて記載してください。

例) VRを組み込んだ複合型危険体感装置、ゲーム感覚で体験できるVR

28 技術の所有権等、権利関係 ※【契約形態】で「2 売買契約」と回答した場合は、下記【ハード】【ソフト】にも回答してください。

【契約形態】 ※該当するものに1つ○

- | | |
|---------|--------|
| 1 リース契約 | 2 売買契約 |
|---------|--------|

【ハード】 ※該当するものに1つ○

所有権	1 自社	2 他社（ ）	3 不明
特許権	4 自社	5 他社（ ）	6 不明
実用新案権	7 自社	8 他社（ ）	9 不明

【ソフト】 ※該当するものに1つ○

所有権	1 自社	2 他社（ ）	3 不明
特許権	4 自社	5 他社（ ）	6 不明
実用新案権	7 自社	8 他社（ ）	9 不明

29 画像

30 備考 ※自由記述:この調査で得た情報をデータベースで公開するにあたり、ご意見がありましたら記載してください。

建設工事におけるVR教育事例に関する調査

● 建設工事のVR教育について、ご回答ください。

Q3 【Q1で 2 いいえ と回答された方】

Q3-1 貴社においてVRを教育に活用していない理由をご回答ください。

1	企業名 ※貴社名を記載してください。		
	(企業名)		
2	ご担当者氏名、電話/Mail ※ご担当者名と連絡先を記載してください。		
	(ご担当者名)	(連絡先)	
3	VRを活用しない理由 ※自由記述:VR教育を活用しない理由について記載してください。		
	例) VR導入を検討したが、機材購入のコストが高く、斉一的な集合教育に適さない等、費用対効果が得られない		
4	課題 ※該当する上位3つに○		
	1 使用する者が限られ手持ち時間がある	2 体験だけで知識の習得には向かない	3 効果実感が得られない
	4 教育効果の持続性	5 心理的負担 (恐怖心、驚愕など)	6 年齢制限
	7 体調への影響	8 導入コストの負担感	9 コンテンツが限定的
	10 ハードウェアの性能が不十分	11 ハードウェアの扱いが難しい	12 VRを用いた教育体系の未確立
	13 その他 ()		
5	今後、VRに期待すること ※自由記述:今後のVR教育の展開に期待することについて記載してください。		
	例) VRを組み込んだ複合型危険体感装置、ゲーム感覚で体験できるVR		
6	VR導入検討の有無 ※該当するものに1つ○		
	1 有り	2 無し	

【Q3-1-6で「1 有り」と回答した方】

Q3-2 どのようなVRを、どのような方法で活用しようと考えていましたか。以下の項目について回答できる箇所にお答えください。

7	コンテンツの内容 (工事の種類) ※該当するものすべてに○ (複数回答)			
	【共通】			
	1 仮設備設置工事	2 掘削・埋戻し工事	3 土止め工事	4 杭工事
	5 足場工事	6 型枠工事	7 鉄筋工事	8 コンクリート工事
	9 機械設備組立・解体工事(クレーン等)	10 造園工事	11 解体工事	12 作業構台工事
	13 舗装工事	14 車両による運搬工事	15 プラント工事	16 その他 ()
	【土木】			
	17 山岳トンネル工事	18 シールド工事	19 推進工事	20 潜函工事
	21 石積工事	22 法面工事	23 重機土工事	24 河川工事
	25 港湾・海岸工事	26 鋼構造物工事	27 さく井工事	28 橋梁工事
	29 その他 ()	例) 鉄道接近工事		
	【建築】			
	30 鉄骨建方工事	31 PC工事	32 外装工事	33 屋根工事
	34 内装仕上工事	35 塗装工事	36 防水工事	37 左官工事
	38 建具工事	39 外構工事	40 木造家屋建築工事	41 その他 ()
	【設備工事】			
	42 電気工事	43 電気通信・信号装置工事	44 管工事	45 機械器具設置工事
	46 その他 ()			
	【その他】			
	47 すべての工事で共通する作業 () 例) 玉掛作業、脚立作業			

8 コンテンツの内容（災害等の種類） ※該当するものすべてに○（複数回答）				
1 墜落・転落	2 転倒	3 激突	4 飛来・落下	5 崩壊
6 倒壊	7 激突され	8 はさまれ・巻き込まれ	9 切れ・こすれ	10 踏み抜き
11 おぼれ	12 高温・低温の物との接触	13 有害物等との接触	14 感電	15 爆発
16 破裂	17 火災	18 交通事故（道路）	19 交通事故（その他）	20 動作の反動・無理な動作
21 過労	22 ハラスメント	23 分類不能	24 その他（	）
9 教材名 ※教材名を記載してください。				
(教材名)				
10 技術 ※該当するものに1つ○			11 BIM/CIM 連携の有無 ※該当するものに1つ○	
1 VR	2 AR	3 MR	1 有り	2 無し
4 その他（			）	
12 HMD ※該当するものに1つ○を付け、その製品名を記載してください。				
1 PC接続タイプ	2 一体型タイプ	3 スマートフォン	(製品名)	
13 付帯技術 ※該当するものすべてに○				
1 コントローラー	2 センサー	3 その他（		
）				
14 開発年次 ※開発年次を記載してください。		15 自社開発/他社開発 ※該当するものに1つ○		
(年)		1 自社開発	2 他社開発（社名：	
）				
16 映像 ※該当するものに1つ○				
1 3D-CG	2 実写	3 合成		
17 体感装置 ※該当するものに1つ○				
1 はさまれ	2 感電	3 墜落・転落	4 その他（	
）				
18 概要 ※自由記述：この技術の概要を記載してください。				
19 利用状況 ※自由記述：どの程度(頻度)、活用される予定か記載してください。				
20 実施場所（場面） ※該当するものに1つ○			21 設置 ※該当するものに1つ○	
1 本社	2 支店	3 自社研修施設	1 常設型	2 ポータブル（移動式）
4 現場	5 外部施設	6 その他（	）	
22 対象者 ※該当するものすべてに○（複数回答）				
【元請】				
1 社員全般	2 新入社員	3 若手社員（入社3年以内）	4 中堅社員（入社4年以降）	
5 管理職	6 その他（			
）				
【協力会社】				
7 社員全般	8 若年作業員（～29歳）	9 中堅作業員（30～64歳）	10 高齢作業員（65歳～）	
11 新規採用者	12 外国人労働者	13 職長	14 オペレーター	
15 職種等限定（対象：	）			16 その他（
）				
23 教育区分 ※該当するものに1つ○				
1 社員教育	2 職長教育	3 送り出し教育	4 新規入場者教育	
5 特別安全行事	6 作業手順教育	7 VR専門教育	8 一般安全教育	
9 発注者指定（半日）教育	10 その他（			
）				
24 一度に教育する人数 ※人数を記載してください。		25 体験時間 ※それぞれ時間を記載してください。		
(人)		1人あたり（	）分	合計（
		）分		

26 教育の実施手順 ※自由記述:この技術を使った教育の実施手順について記載してください。

例) ①映像で学習 (事故発生状況をCGで学習) ②VRによる危険感受性向上教育 ③安全教育 (ディスカッション)

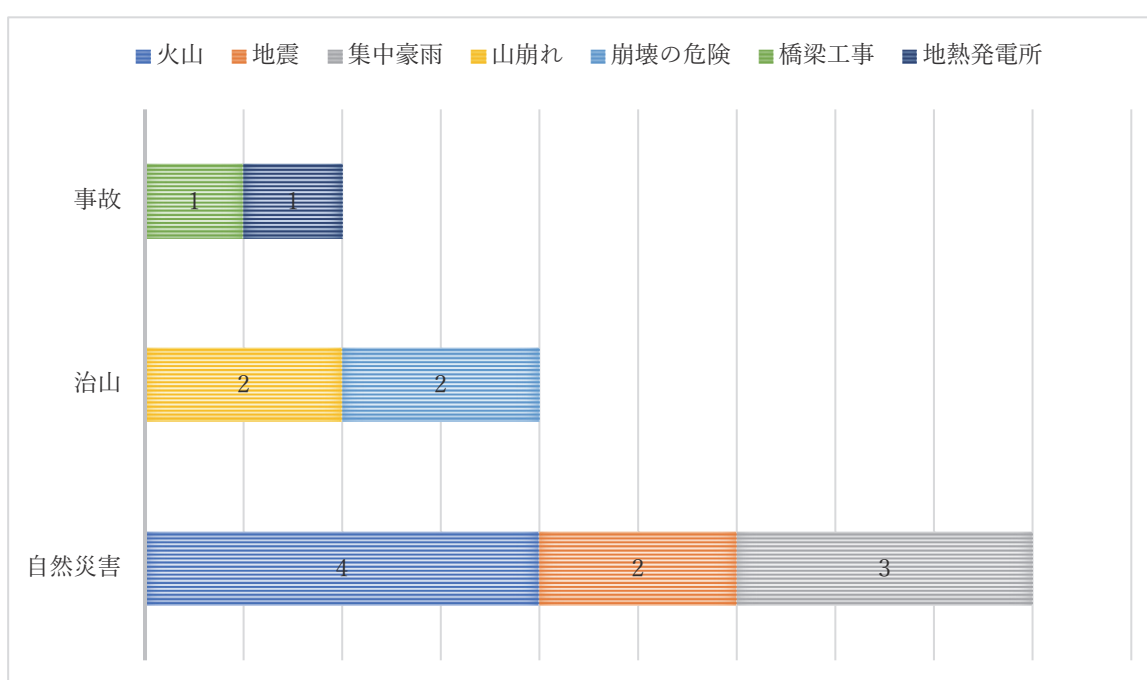
27 備考 ※自由記述:この調査で得た情報をデータベースで公開するにあたり、ご意見がありましたら記載してください。

A 社における無人化施工例

近年頻発する自然災害の災害復旧工事において、ICT を利活用した無人化施工が導入されている。無人化施工は、建設機械とその周辺にカメラを搭載または設置し、オペレータが遠隔地で撮影した映像を見ながら建設機械を操作するものであり、人が現場に立ち入らないことにより、作業員等の安全が保たれ、被災地における二次災害防止に寄与するものである。

そこで、多くの建設現場における無人化施工の実績をもつ A 社において、1994 年～2015 年の間、同社で施工したラジコン重機による危険域施工 15 件について、主として、災害・事故の種類、対象工事、活用方法、抑止可能なリスク（災害の種類）に関するヒアリングを行った。結果概要は次のとおりである。

1) 災害・事故の種類



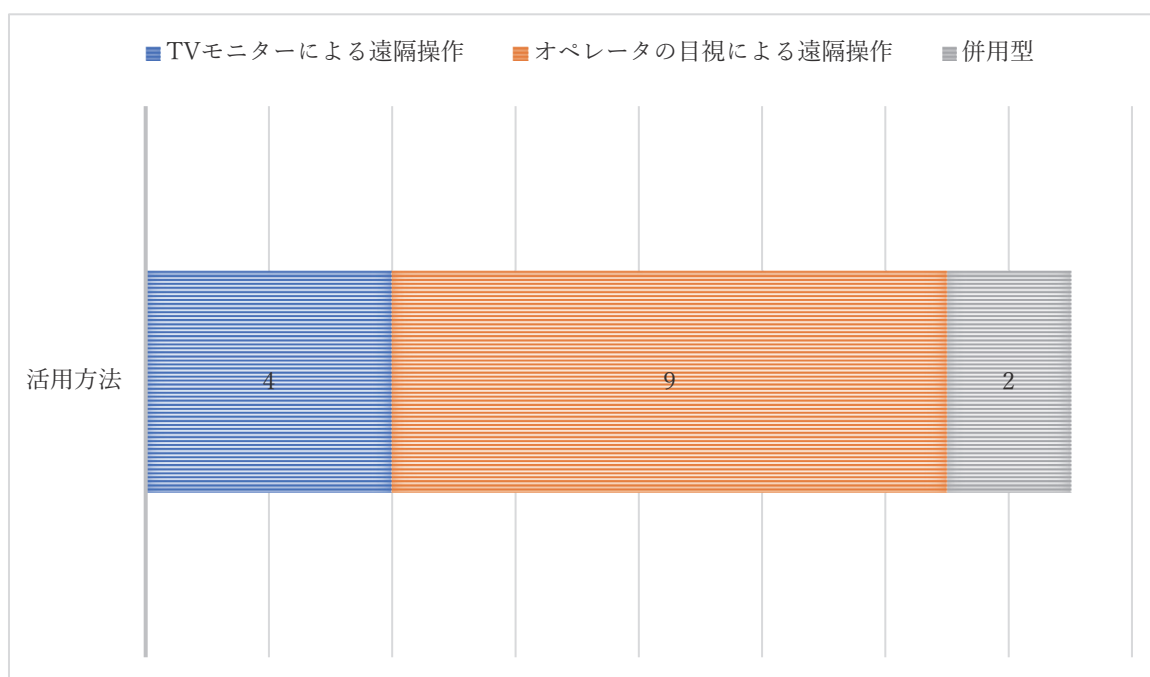
無人化施工 15 件を、災害・事故の種類によって大別すると、自然災害 9 件、地山 4 件、事故 2 件となった。自然災害の内訳をみると、火山 4 件、地震 2 件、集中豪雨 3 件であった。

2) 対象工事



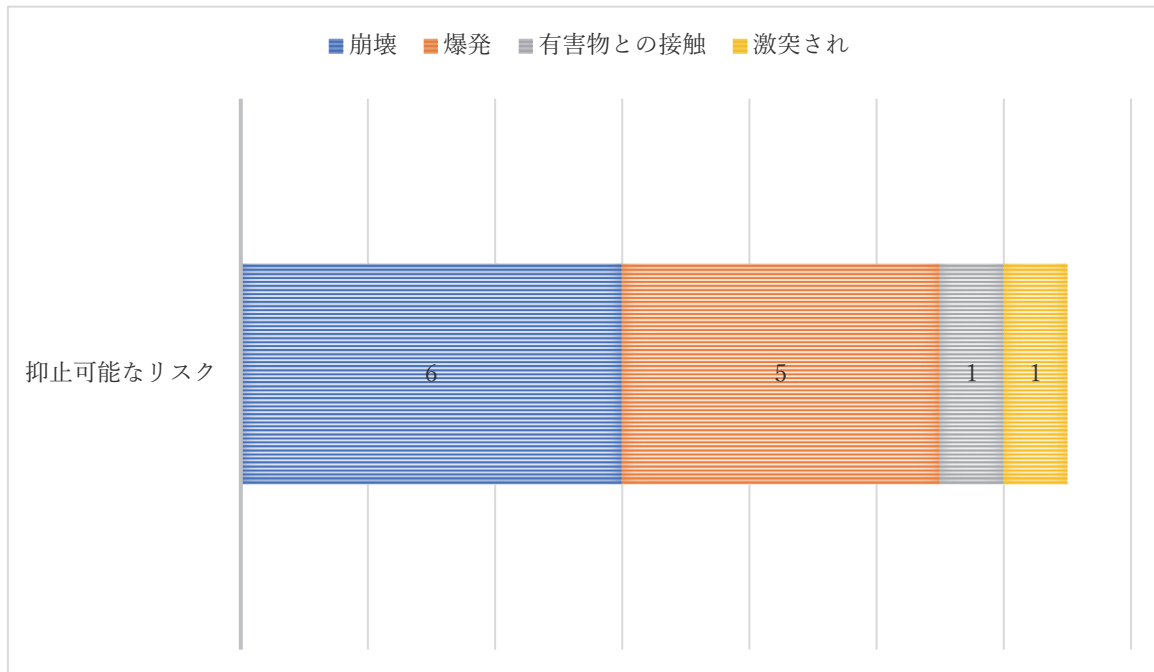
対象工事別にみると、除石工事 2 件、導流堤建設工事、火山復旧復興工事、緊急要請による出動、放射線汚染施設取り壊し工事、土石流災害復旧工事、砂防復旧工事、河川復旧工事、道路維持補修工事、ダム災害復旧工事、ダム貯水池周辺対策工事、吊橋崩壊の復旧工事、その他災害復旧工事、地熱発電所復旧工事それぞれ 1 件となった。

3) 活用方法



活用方法をみると、オペレータの目視による遠隔操作 9 件が最も多く、次いで TV モニターによる遠隔操作 4 件、併用型 2 件となった。

4) 抑止可能なリスク（災害の種類）



無人化施工により抑止可能なリスク（災害の種類）を分類すると、崩壊 6 件、爆発 5 件、有害物との接触 1 件、激突され 1 件となった。

