

VR（バーチャルリアリティ）を活用した教材の 検証について

岡山市消防局（岡山県） 岡崎 圭
浮田 優樹
花巻 旬二

1 はじめに

火災の件数が年々減少している中で、現場を経験する機会が減り、従来通りの訓練や、研修のみでは職員の育成が間に合わない状況になっています。

この状況は火災調査現場でも見受けられます。火災調査の技術を向上させる一番の近道が、現場の経験をするることであるとすれば、それと相反する形で現場が減るなかで、どのように火災調査の技術を向上させ、早急に火災調査員を育成するかは喫緊の課題となっています。

今までの従来型の火災調査の教養は、座学や動画視聴及び模擬家屋の燃焼実験などで疑似体験をしてもらう取り組みをしています。昨年度実施した模擬家屋燃焼実験後のアンケート結果によると、多くの職員から、火災の現場で火災調査を学びたいという声があがっていました。ただ、火災調査のOJTをするには、様々な問題があり、1つの現場に多数の職員が集合することは困難です。

一方で、先端技術は日々進歩しており、VRを活用し体験したかのように感じる臨場感のある教材が他分野で広まっています。

そこで、先端技術であるこのVRを活用して、現場経験を補うことを目的にVRの教材を開発しその効果について、アクションやアンケートを通して検証していきました。

2 VR教材について

今回使用したVR教材は、実際の火災調査現場を360度カメラで撮影し、VR用パソコンで約10分程度に編集したものです。

前半が、火災調査現場において、どこを見るのかを番号を追って

トレーニングができる仕様としています。天井から、収容物まで、限なく見分する習慣を身につけることを目的としています。

後半では、火災調査現場で教養をうけているような動画にしています。火災調査の上級者に実際の現場で話してもらいその動画をVR上に入れ込むことで、OJTに近い感覚で教養を受けることを目的としています。(資料1参照)

これらの動画を、HMD(ヘッドマウントディスプレイ)という、いわゆるVRゴーグルに入れ込み、職員に体験をしてもらいました。

現場は全焼した住宅火災を選びました。次に、このVR教材を使用するにあたっての検証デザインについて紹介します。

3 検証デザインについて

検証デザインについては、資料2のとおりです。2回のタームにわけ、4つの指標で検証を行いました。

まずは、語句の説明をします。

- (1) VR教材・・・火災調査現場を360度カメラで撮影した映像を編集しVRゴーグルに入れ込んだもの。
- (2) VR教養・・・VR教材を使用した教養。
- (3) 座学教養・・・従来の座学(書籍や写真を使用した座学)での教養。
- (4) アクション検証・・・VRゴーグルを着装した状態での被験の動きや回転数を比較する検証するもの。
- (5) ライティング検証・・・VR教材を使用した後に、自由に3分間記述した内容を、テキストマイニングの技法を用いて、記憶にどのように影響があったかを検証するもの。
- (6) ヒアリング検証・・・従来型の教養と比較するために、VR教材を体験した後に、職員にヒアリングをしたもの。
- (7) アンケート検証・・・VR教材を体験した後に、職員にアンケートを実施したもの。

次にそれぞれの、検証について説明します。

1つ目は、アクション検証についてです。今回VR教材には、

火災調査現場の映像が入っており、その動画は、VRのゴーグルを傾げることで、見える映像が変わります。例えば、上をみれば、火災調査現場の天井が焼けた映像が見えます。下を見れば、焼損した床が見えます。そのゴーグルの動きを追えば、被験者の視点を考察することができます。その特徴をいかして、被験者の回転数という指標で今回のアクションを定量的に検証しました。回転が多いほど、火災調査現場の様々な部分を見分けていることになります。

2つ目は、ライティング検証についてです。VR教材を体験した後に、3分間自由に記述してもらうことで、何が印象に残ったかという部分を検証することを目的としました。使用前、後で比較し、9回教材を実施し、第1タームグループと、5回実施した第2タームグループにおいてテキストマイニングという技法で検証をしました。

3つ目は、ヒアリング検証についてです。通常アンケートとは別に、VR教材体験者と非体験者（座学）のグループとを比較し、従来型の教養と、VRの教養との違いを明確にすることを目的とした検証を実施しました。VR教材の体験者にあつては、1回目と9回目（2ターム目は、5回目のみ）、VR教材の非体験者は1回のみヒアリングとしました。

4つ目は、アンケート検証を実施しました。資料2の各タイミングにおいてアンケートを実施し、タイミングごとの状況を把握することを目的としています。VR酔いなどについても検証しました。

4 検証結果及び考察について

資料2のとおり、2つのタームで4つの指標について検証した結果は下記のとおりです。

(1) まずは、アクションについて考察をしました。

資料3の上段のとおり、1回目と最終回を比較すると、はっきりとしたデータに差がみられました。VRに慣れたという部分もあるとは考えられますが、それを考慮しても効果ははっきりとして

いました。最大の開きで、1回目は1回転しかしていない被験者が、VRの教養を受けた後には、7回転していました。これは、それだけ、よく見分をしていることを意味しています。総合的にも、回転数はあがっていました。さらに言えば、座学の教養を入れた場合は、回転数は変わらないこともわかりました。

その他としては、10分間のVR教材を5回見た場合と、9回見た場合は、同様の効果があったと考えられます。

一方で、回転数のみならず、上下をみる傾向がみられました。(資料3の下段参照) VRのレクチャーを受けた後は、天井や床をみていることがこの実験でわかりました。

総括すると、具体的にVR教材を体験した被験者は、トレーニング後に、見分をするため、複数回回転をして、天井や床をしっかりとみていることがわかりました。

(2) 次に、ライティングについて考察しました。

ライティングの内容としては、自由記述で、時間を3分と決めて検証しました。なお、VR教材にいった文字は下記のとおりです。

ア 【トレーニング部分・固定】

- 天井をらせん状に見る
- 壁と天井の継ぎ目を1周見る
- 壁から床へらせん状に見る
- 床をらせん状に見る (収容物も)
- 柱の炭化
- やけきれ
- 焼けのストーリー
- 開口部のやけに注目
- やけ下がり
- やけ残ったものに注目

イ 【トレーニング部分・移動】

- やけの比較
- つるっとしている

- 軒のめくり
- 開口部
- 壁のやけ下がり
- 収容物
- 壁のやけどまり
- 階段のけあげ
- 同様に上から下へ見分

結果としては、資料4のとおり、変化がありました。

まず注目する点は、VR教材に入れ込んだテキスト内容が、そのまま記憶として残されている点です。例えば、「らせん」という言葉は、第1、2タームそれぞれ1回目では出現しませんでした。VR教材を体験することで、第1、2タームそれぞれに3回、若しくは4回言葉がでてきています。また、これは、「床」などの言葉からも考察することができます。つまりは、VR教材を体験することで、自然に頭の中にVR教材内の言葉がインプットされていることとなります。なお、VR教材の体験中は、メモができないため、あくまで記憶でのライティングとなっています。また、3分という制約の中であるため、思い出すという時間にも制限があります。その他にも、動詞や形容詞などからも分析をしました。

総括すると、VR教材には、伝えたい部分をテキストや音声にすることで一定の効果（強い印象）を与えることがわかりました。火災調査で見分してもらいたい部分を動画内において文字などで強調することで、その部分を強く伝えることができます。その他に、定質的には、火災調査の体験をしたからこそでてくるような、色などの形容詞も体験後多く見受けられました。

(3) 続いて、ヒアリングについて考察しました。

まずは、座学（従来型の教養）とVRのメリットを比較しました。ヒアリングの内容の一部を整理した表が資料5です。ここで気づく点は、「臨場感」、「リアル」というキーワードです。一般

的なVRのメリットは「臨場感」ですが、それは、この火災調査教材でも例外なく効果を示していると考えられます。また、自分が見たい場所に顔を傾けると、それが見えるというところで、受動的ではなく、能動的な部分があるためより記憶に残っているというヒアリングコメントがありました。そこからも、ラーニングピラミッドでいう、座学と体験との学習習得率の違いであると考えられます。

一方で、被験者へ今までの座学の内容をヒアリングした結果としては、たった半年前の座学の内容でも、記憶としては、残っていないことが多いことがわかりました。どのような教養を受けたという部分は記憶に残る場合はありましたが、実際に具体的に思い出し、いざ現場でいかせられるかという不安なコメントがほとんどでした。よく記憶している場合では、OJTとして、実際の現場で上司に教えてもらった、「一巡してから見分する」といった内容であったりと、現場と組み合わせることで、記憶が深まることが考察されました。

総括すると、肯定的な意見が多く、座学と比べて体験に近い効果があることがわかりました。これらは、従来型の教養では身に着けられない部分であると考えられます。

(4) アンケートの考察について

結果は、資料6のとおりです。1つ目は、VR酔いについてです。VR上での動きと自分の感覚とのズレによってVR酔いが起こることがわかりました。これらは、人によって大きく差があり、解決方法としては、VR上と同様に動くことで、VR酔いを抑えられることがわかりました。2つ目に、座学との比較についてです。単純には比較ができないという意見があったものの、書籍や座学より、身をもって感じることをわかりました。最後に、今後の火災調査現場において、行動変容につながるかという質問については、具体的見分方法が変わるのではないかという意見が多くありました。

総括すると、VR教材の改良の余地はあるものの、今までにない教材としての可能性を秘めていることが伺えます。被験者の全員が前向きな回答でありました。特に、「行動変容（実際の現場で教養の効果ができる。）」という部分で従来型の教養ではできなかった、現場見分での効果を期待できると考えられます。

5 まとめ

今回の取り組みは、火災調査現場をVRで体験することで、「経験」という部分を補う教材として、効果があるかの検証を行いました。

検証項目を総合的に考察すると、火災調査のVR教材を体験した場合、被験者にアクションという部分で、行動変容があったと考えられます。また、定量的には、VR教材を体験することで、1回目より、最終回の方がVR内の火災調査現場を天井から床まで全体を見分していることが、被験者の回転数（視点の動き）によりわかりました。一方で、定質的には、テキストマイニングという技法により、被験者の記憶を分析したところ、VR教材内に入れ込んだ、文字や音声は深く記憶に残っていることがわかりました。

ヒアリングやアンケート結果をみると、VR酔いという課題はあるものの、体験するという被験者からの感想から考察すれば、火災調査現場の「経験」の補完として効果があったと考えられます。

6 VR教材の今後の展望について

今回の火災調査とは別に、当局においては、これまでに360度カメラとVRを活用した一般市民向けの模擬家屋燃焼の映像や航空隊の活動映像といった体感型広報活動を実施してきました。「百聞は一見にしかず」ということで、一般市民に対し、消防の活動を「体験」により「伝える」ことで質の高い広報を実現できていたことから、航空隊員の人材育成面への活用の可能性を感じたため、VR教育システムを構築しています。

この航空隊のVR教育では、例えば、全体が俯瞰できる場所から360度カメラで活動を撮影し、その映像をパソコンにより確認し、既存隊員の活動映像を客観的に見ることで動きの観察を行いました。

360度映像特有の、自分が見たい場所、確認したい場所を見ることができ、非常に教育しやすい環境となりました。

また、VRゴーグルにより隊員の活動を疑似体験することで、活動の再確認を実施することができ、その映像を職場内の大型モニターに映すことで、訓練者がどこを見ているかを指導者側が把握することができるシステムとなっています。こちらは、検証までには至っていませんが、既に効果はみられており、今後も特殊な現場を含めた様々な現場でこのVR教材は汎用性があり、今までできなかった現場を体験するという部分を補完することができます。

今回行った火災調査のVR教材の結果を踏まえて、今後全国的にも展開されるであろうVR教材について、全国の消防本部の一助となれば幸いです。

VR教材の内容

資料1



【定点】天井→壁→床→
収容物を見分

【移動】類焼建物内を移動しながら見分



【定点】現場で火災調査
係員からポイントの解説



見分トレーニング

5分

5分

現場での
シミュレーション
の教養

チーム 1

- 被験対象者 (10名)
- ① 被験者 A群 (VR教養) 7名
 - ② 被験者 B群 (座学教養) 3名
- * B群は、最後のアクションとヒアリングのみ

アクション1回目 ライティング1回目 アンケート2回目

ヒアリング1回目 アンケート1回目



アクション2回目 ライティング2回目 アンケート3回目



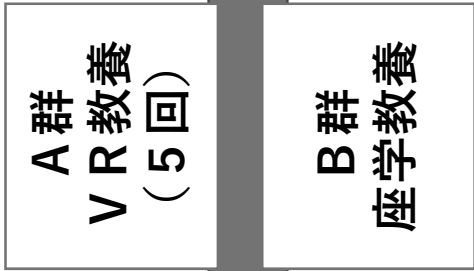
アクション1回目 ライティング1回目 アンケート1回目

チーム 2

- 被験対象者 (7名)
- ① 被験者 A群 (VR教養) 5名
 - ② 被験者 B群 (座学教養) 2名
- * B群は、アクションとヒアリングのみ

アクション2回目 ライティング2回目 アンケート2回目

ヒアリング1回目 アンケート1回目



アクションの回転数			
被験者	1回目	最終回（5回）後 42秒の映像	最終回（9回）後 1分20秒の映像
A	1		3
B	1		3
C	1		7
D	1		5
E	1		4
F	1		5
G	1		6
H	0	3	
I	0	2	
J	0	2	
K	1	2	
L	0	2	
被験者	1回目	2回目（座学教養後）	
座学1	0	0	
座学2	0	0	

*座学はターム2のみアクションをしております。

↓座学のみ職員と比較（同じ映像を見ています。）



ヒアリング検証

★1ターム（1回と9回）

名詞

VR 1回体験後		VR 9回体験後	
焼け	7	壁	1 2
建物	7	見分	1 0
部屋	7	収容物	7
壁	6	状況	6
部分	5	焼損	4
見分	4	焼け	4
焼損	3	建物	4
母屋	3	床	4
出火	3	らせん	3
現場	3	軒	3
状況	3	屋根	3
火災調査	2	天井	3
梁	2	階段	3
柱	2		
比較	2		

★2ターム（1回目と5回目）

名詞

VR 1回体験後		VR 5回体験後	
焼け	1 2	焼け	1 2
見分	8	床	8
焼損	6	収容物	6
建物	6	壁	7
強弱	5	状況	5
収容物	5	見分	4
状況	4	らせん	4
方向性	3	変色	4
壁	3	建物	4
火災調査	2	天井	4
上部	2	開口部	3
火災	2	出火	3
柱	2	強弱	3
構造	2		

*網掛けは、当初はなかったテキストである。

ヒアリング検証	
座学（従来型の教養）	VR
座学で使っている写真などは比較しやすいものを選ばれている。だが実際の現場を見るとそのようにはいかない。	様々な方向が見える事はメリットである。写真は1箇所しか見えない。
写真と実際の火災では大きく違うためなかなか結びつかない。	VRのイメージとしてはおもちゃのようなものと思っていた。ただここまでリアルに感じるとは思わなかった。
車両火災、キュービクルをやったことがある。自分でやった部分は記憶に残る。	イメージを素早くつけることができた。焼け細りなど写真を見ることよりもVRの方が分かりやすかった。
今までの教養としては、車両火災の時に教本を自分で読んで、パステルカラー等は覚えていた。	写真での教養と比べると360度で見渡せるメリットは大きい。
火災調査の進め方は先輩から聞いた程度である。	写真よりも体験に近いものを感じた。
最近行ったもので言うとカメラや図面の教養を受けた。ストロボの使い方等の教養であった。図面はCADの使い方であった。	VRゴーグル自体が初めてだった。正直すごいなと思った。 写真での教養と比べると360度で見渡せるメリットは大きい。
自分が火災調査を担当したときに現場で上司に教えてもらった。まずは一巡する柱や壁を見るところを教養としては覚えている。	今回のVRも経験に近いものだと感じた。非常に良かった。
模擬家屋の資料は見たことがある。映像を見た。ミニチュアなので発掘が難しいということがわかった。	VRは見分の能力向上になる。
座学は、電気の教養を行った。基礎的な部分。式をならった。現場ですぐにいかせるものではない。	現場に行くのが一番であるが、全てがくまなくみられるため、非常に良かった。
座学ではつながらない部分がある。	生の映像であり、こういった現場を見分するのだとわかる。
座学ではなかなか思い出せない。	今後の火災でも、行ったら思い出すとします。
1年前の講習は参加した。 車両の火災の見分をしていたということ。 カードゲームや分析をやったことを覚えている。	その場に連れていってくれるような感じ。
座学とVRの違いは、着眼点をVRでよく学べる。	臨場感と言う部分では火災調査現場に行っている気持ちになった。

アンケート結果（抜粋）

VR酔いはありましたか。
特になし。
しっかり360度を何回も見渡すと酔いました。
自分の意図しない方向に動いたとき、特に2階に上がるときが酔いそうになりました。
自分が動かなかった時には、多少気持ち悪くなることがありましたが、動いたことで改善されたような気がします。
多少の違和感はありましたが、酔うほどではありませんでした。
今までの火災調査の教養と比べてどうでしたか。
これに関しては別で考える必要があると思う。あくまでも座学による教養があってはじめて実況見分の疑似体験が活きるのではないかと思う。
座学の写真もわかりやすいが、やはりバーチャルもかなりわかりやすかったです。
斬新でぜひ取り入れたらよいと思う。
自分で360度見渡せるので理解しやすい。
講義資料等で使われる比較写真等は、比較が簡単なものが多いが、実際の火事現場を資料として使うことでリアルな比較をできるところがためになると思います。
実際に映像を見ながら、解説してくれているので、本で見るよりわかりやすかったです。
座学などではイメージがつかない現場の状況をVRだと身をもって感じることができ、非常に効果的だと感じました。
VR教材は今後の火災調査現場で行動変容（行動が変わる）につながると思いますか。
天井、天井と壁のつぎめを一周見るなどできていなかったが、見るようにしたい。
焼けの方向性、上部、下部など見ていく視点が変わりそうです。
見分の流れはVR検証で実際に体感することができたため有効であると考えます。
どの部分から見分していくか、どのようなことに注意が必要かを焼損物件の構造によって調べて対応することができる。
建物本体だけでなく収容物の状況にも目を向ける意識をもてた。
これまでは火点と思われる箇所ばかり見ていたが、屋根から床までらせん状に見るなど、全体でとらえるという思考につながった。
どこに着眼するかをあらかじめ教養しているので、行動が変わってくると思います。
今までは、漠然となんとなくの順番でしか見ていませんでしたが、VRでの教養を通して、順番で見ていくようになると思います。