

令和 5 年 6 月 6 日現在

機関番号：32665

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K12116

研究課題名（和文）登山ヒヤリハット体験の画像化とリスク回避のセルフトレーニングによる実践知の伝承

研究課題名（英文）Transfer of practical knowledge through visualization of mountaineering near-miss experiences and self-training in risk mitigation

研究代表者

嶋田 聡（SHIMADA, Satoshi）

日本大学・工学部・教授

研究者番号：90713123

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：登山における実践的な知識を主体的に学べるように、危険予知トレーニングの教材動画の作成方法を提案した。ヒヤリハット体験を可視化するために、登山現場の素材動画に対し、ヒヤリハット時の状況に応じた地形や山の状況を変更する画像加工を行う。シーン全体を変化させる大局的な画像加工では、霧などの状況変化を表す動画を人工的に生成し、ソース動画と合成する。一方、シーンの一部を変える局所的な画像加工では、変更させたいシーンを表している画像を素材動画の各フレーム画像に適切に貼り付ける。提案方法で生成した教材動画は、登山での現場のシーンを想起させ、実践知の学びにつながる教材として有効であることを検証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

危険予知トレーニングを持続的に行うには適切な教材の確保が大きな課題であり、実践知の発見と共有につながる教材作成方法は未解決である。本研究では、他者のヒヤリハット体験の閲覧時に現場の状況や事故発生の要因が想起されるようなヒヤリハットを可視化した動画の生成方法を提案し、その有効性を検証した。

教材動画の生成技術を適用することで、登山のリスクマネジメントについて学びあう実践知の伝承コミュニティを創出することが期待できる。登山分野だけでなく、防災教育、レスキュー技術などの分野にも展開すれば、多くの分野において、個人の主体的な学びとコミュニティの協調行動による新しい技能伝承の基盤が実現できる。

研究成果の概要（英文）：We proposed a method to create an educational material video for Kiken Yochi (hazard prediction) training, so that people can learn practical knowledge in mountaineering proactively. The proposed method is to process images to change the situation to that of a near-miss to the material video of mountain climbing to visualize near-miss experiences. For global image processing that changes the entire scene, a moving image representing changes in conditions, such as fog, is artificially generated and combined with the source moving image. On the other hand, in local image processing that changes a part of a scene, the image that represents the scene to be changed is appropriately pasted onto each frame image of the material video.

We verified that the teaching material videos generated by the proposed method are effective as teaching materials that evoke scenes from mountain climbing sites and lead to the learning of practical knowledge.

研究分野：メディア情報学

キーワード：危険予知トレーニング リスクマネジメント 実践知 深層学習 映像教材 一人称視点映像 動画編集

## 1. 研究開始当初の背景

登山活動中の事故や遭難が多発しており、社会的にも大きな問題となっている。事故予防の最も基本的で重要な対策はリスク回避が行える自立した登山者の育成であり、従来は山岳会での個別指導で実施されていた。現在の多くの登山者は山岳会に属さない未組織登山者なので、従来の組織を前提とした方法に代わる現状に応じた新しい育成方法が求められている。

実践知の伝承は様々な分野で重要なテーマであり、熟練者の暗黙知を形式知に変換することを組織内で持続的に展開する SECI モデルをベースにした方法、経験を積み重ねることで知識が構築されるプロセスをモデル化した経験学習理論を適用した人材育成方法などが数多く検討されている。著者らは、主体的な学びで実践知が獲得できる方法として、経験学習に基づき「具体的経験」を遭難事故になりかねない他者のヒヤリハット体験記事の閲覧による疑似体験に置き換え、疑似体験を振り返る「省察」では要因分析表を提示して振り返りの観点を明示する方法を提案している。登山経験の少ない初級者のなかには他者のヒヤリハット体験が想定できない場合や学びべきポイントがつかめない場合があることの課題が抽出された。

また、初級者向けの育成では、提示された画像やイラストに潜む危険を予想し、指摘しあうことで危険の予知能力や回避能力の向上を図る危険予知トレーニング (KYT) がよく用いられている。従来の KYT の研究は組織内での専門的職業人を対象とした技能伝承なので、未組織登山者の育成にそのまま適用することは困難である。さらに、イラストや画像の準備、設定されたテーマが限定的で不自然など、教材作成に課題がある。

これらの課題を解決し、登山経験の少ない初級者でも主体的な学びで実践知が獲得できる実践知の伝承コミュニティの創出が求められている。

## 2. 研究の目的

初級者でも主体的な学びで実践知が獲得できる方法として KYT が有効である。臨場感が高く現場を想像しやすい教材動画を導入し、教材動画の閲覧による疑似体験でリスクマネジメントに関する省察が行え、その結果を形式化して共有できるとよい。登山では様々な危険要因があるので、それらに対応した教材動画が必要となるが、各状況に対応した動画を準備する負荷は極めて高く実質的に作成するのは困難である。効果的に KYT を展開するためには、保有している登山の現場動画に別の条件を反映させた画像内容の加工を行えばよい。また、実践知の発見と共有を持続的に進める環境を実現するためには、ヒヤリハット体験をした登山者がその体験を表現した教材動画を作成してコミュニティに公開し、他のメンバが教材動画を閲覧してリスクマネジメントについて学びあう実践知の伝承コミュニティが創出できるとよい。

これらの考え方に基づいて、本研究ではヒヤリハット体験者が動画とともに体験記事を発信し、多くの登山者が他者のヒヤリハット体験記事を教材として主体的に KYT を実践し、その学びを共有できる環境の実現を目指す。

本研究の目的は、オープンラーニングで登山における実践的な知識を学べる方法を実現するために、(1)登山での現場の様子を撮影した素材動画を登山の様々な状況を表現できるように画像加工して臨場感が高く現場のシーンを想像しやすい教材動画の作成方法を確立することと、(2)作成した動画教材の閲覧で自分が現場に居るような疑似体験を誘導させて実践知の獲得につながる KYT が行えることを検証することである。

## 3. 研究の方法

### (1) 画像加工による動画教材の作成

現場に居るような臨場感が得られ、危険要素が記録されている動画として登山者の視点で撮影した一人称視点映像が有効である。ヒヤリハット体験をしたときの一人称視点映像を記録している可能性は低いので、類似した状況で登山を行っているときの一人称視点映像を素材動画(以下、ベース動画と呼ぶ)として、ヒヤリハット体験時の条件での登山シーンが想起されるように画像内容を加工する。

登山シーンは、「山の地形」と霧や雨などの「状況」を合わせて表現できることに着目し、次の2通りの画像加工方法を検討する。霧や雨で気象条件が異なるシーンを生成するような画像全体を別の状況に変換する加工として、霧などの状況変化を表す動画像を人工的に生成し、ベース動画と合成する大局的な画像加工方法を提案する。また、地形の一部を変えたり、登山道に落ち葉が堆積していたシーンに変換したりする場合には画像の一部のエリアのみ加工する。この局所的な画像加工方法として、変更させたいシーンを表している画像をベース動画の初期フレームのみ手動で貼り付け、他のフレーム画像については動画として整合性が保持できるように自動加工する方法を提案する。

### (2) 危険予知トレーニングでの有効性検証

提案方法で作成した動画教材が、登山での現場のシーンを想起させ、実践知を学べる教材として活用できるかを検証する以下の実験を行う。

登山活動中の登山者の一人称視点映像から危険なところを通過している 10 秒程度の区間を切り出したものをベース動画とする。ベース動画を撮影したときと異なるヒヤリハット時の登山シーンを想起させる方法として、テキストで説明を付与したテキスト誘導と、ベース動画の画像

内容を加工した画像誘導の 2 通りの教材を準備する。テキスト誘導と画像誘導での KYT の結果を比較することで、提案方法で画像加工した教材の有効性を検証する。

KYT は以下の通り、4 ラウンド法の第 3 ラウンドまでを実施する。まず、教材を閲覧し、どのような危険があるのか考え危険ストーリーを書いてもらう。危険ストーリーは「 のため、○ ○すると、× ×になる」のように危険予知とその要因を検討して一つの文にまとめたものである。できるだけ多くの危険ストーリーを記載するように指示する。次に、最も重要な危険ストーリーを選定してもらう。最後に、選定した危険ストーリーについて危険ポイントに対する改善策や解決策を考えてもらう。被験者は登山初心者の男子大学生 14 人とする。

#### 4 . 研究成果

##### (1) 大局的な画像加工による教材動画の作成方法の実現

霧や雨など画像全体の条件を変化させたい内容を表した状況画像を生成し、ベース動画の各フレーム画像と状況画像を合成することによる以下に示す大局的な画像加工方法を実現した。

###### 状況画像の生成

状況画像の生成には Generative Adversarial Network (GAN) を用いる。霧などの状況変化をパターン化しておき、各パターンのなかで多様な状況画像を候補として生成して提示し、教材作成者が意図する状況に近いものを選定する。各パターンに応じた状況画像が生成できるようにラベル付き DCGAN を用いる。霧がかかった状況に加工するとき、霧の分布を全体、左側、下側、中央などのパターンごとに辞書画像を用意して霧の画像を生成する。DCGAN の初期条件である潜在変数をできるだけ大きく異なる値に設定して画像生成することで、図 1 に示す通り、辞書画像をサンプルとして、同一パターンであっても様々な状況表現した画像を得ることができた。

###### 動画の生成

ベース動画の状況を変更した加工動画を臨場感の高い自然な動画にするためには、生成した状況画像を連続的に変化させるとよい。DCGAN が生成した多くの状況画像から意図する適切な画像を教材作成者に選定してもらい、選定された画像を生成したときの DCGAN の初期値である潜在変数を特定する。特定した値から連続的に変化させた各値を潜在変数としてフレーム画像を生成することで状況画像の時系列画像を作成する。ベース動画の各フレーム画像と状況画像の時系列画像生成を図 2 のように ブレンドにより合成する。

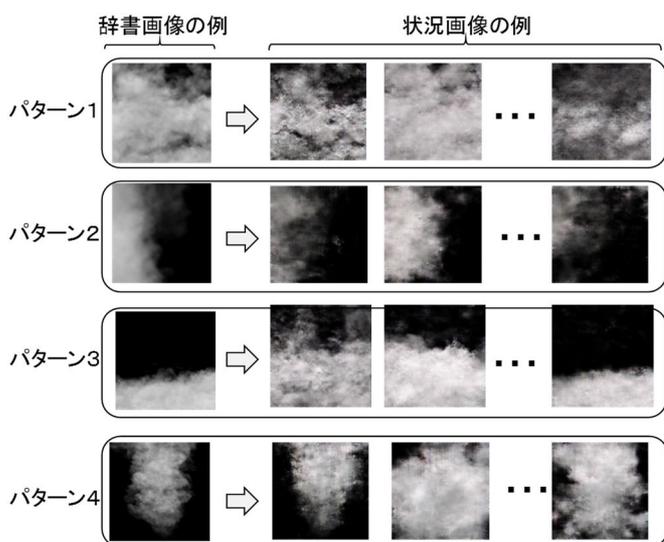


図 1 DCGAN で生成した状況画像

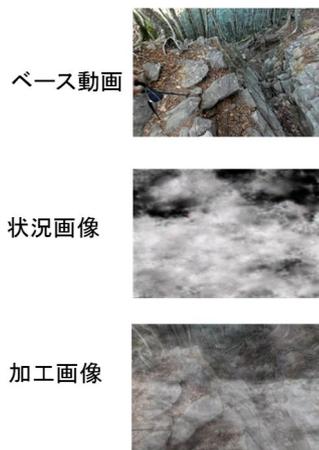


図 2 大局的な画像加工

##### (2) 局所的な画像加工による教材動画の作成方法の実現

地形の変更や、登山道に落ち葉が堆積したシーンに変更するような、画像の一部のエリアを加工する方法として以下に示す方法を実現した。

###### Step1 : 初期フレーム画像における手動での加工

教材作成者が思い描いている変更したいシーンに類似した画像を貼り付け画像として準備し、図 3(a) に示すようにベース動画の初期フレーム画像に手動で貼り付ける。つまり、画像加工に対する要求条件を初期フレームについて手動で編集した画像で表現してもらうことになる。ここで、貼り付け画像は著作権の関係から、利用者が所持している画像の中から変更したい内容に近いものを準備してもらうことを想定している。

###### Step2 : 次フレーム以降の自動編集

次フレーム以降に対しては、貼り付ける画像をベース動画全体のシーン変化に合わせて位置、大きさと傾きを変換し、加工動画を自動編集する。登山の地形は局所的であれば平面で近似でき

るとし、位置、大きさ、傾きの変換は平面射影変換で行う。N フレーム画像と N+1 フレーム画像から Surf 特徴点を検出して対応付ける (図 3(b))。特徴点の対応付け結果から、N フレーム画像の大きさ、位置、傾きを変化させて N+1 フレーム画像に変換する平面射影変換行列を算出し、求めた平面射影変換行列で N フレーム画像に貼り付けた画像の位置、大きさ、傾きを変えて N+1 フレーム画像に貼り付ける。以上の処理を繰り返すことで自動編集動画を生成する。

Step3: 境界エリアの補正

Step2 で生成した自動編集動画は貼り付けた画像エリアの境界が不自然になっているので、境界エリアの色情報を一旦削除し、深層学習の画像修復技術を用いて改善する。図 4(b)のように変換後の貼り付け画像の拡大エリアと縮小エリアの差分からマスク画像を生成する。図 4(a)の自動編集後の各フレーム画像について、マスクエリアの色情報を周辺の画像情報から推定する。画像修復方法の E2FGVI を用いて色情報の推定し、図 4(c)に示すように境界エリアを補正することができた。



図3 手動での初期フレーム画像の加工

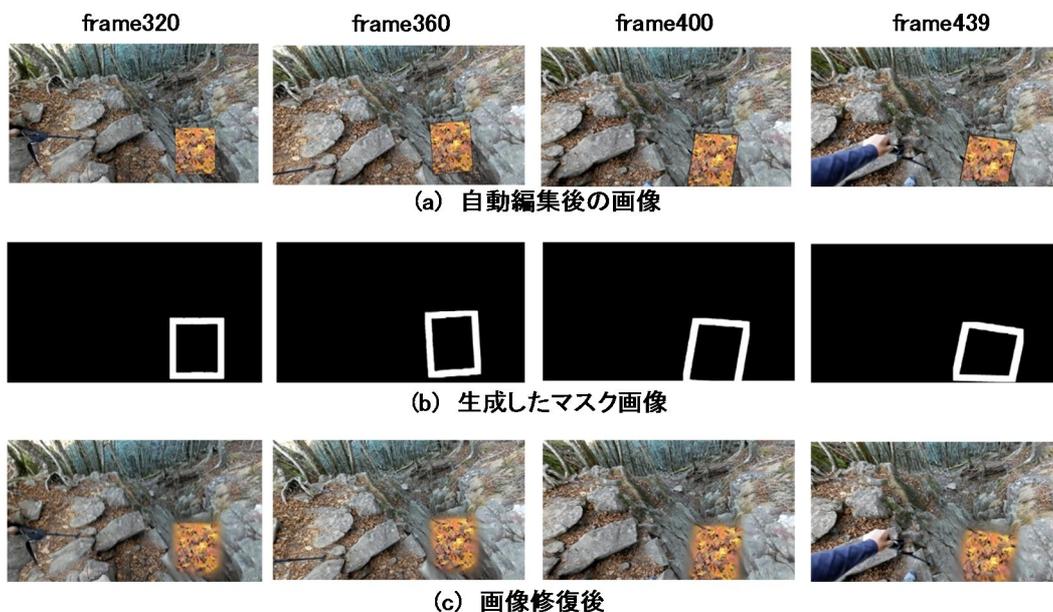


図4 局所的な画像加工

### (3)危険予知トレーニングでの有効性検証

実際に登山を行っているときの一人称視点映像をベース動画として準備した。ヒヤリハット体験したときの状況を設定し、その状況を可視化した動画を提案方法で生成した。生成した動画を教材として KYT を実施し、以下のことを明らかにした。

大局的な画像加工方法で作成した教材動画を用いた KYT の結果

岩稜コースを下っている登山者の一人称視点映像をベース動画とし、ヒヤリハット体験時の条件として「霧がかかっている」を設定し、ベース動画とともにテキストでヒヤリハット体験時の条件を提示するテキスト誘導での KYT と、図 2 に示すように提案方法でベース動画の画像を加工した教材動画のみで行う画像誘導の KYT を同一被験者に対して 1 週間以上の間隔を空けて実施した。

導出された危険ストーリーの被験者あたりの件数は、テキスト誘導では 1.7 件、画像誘導では 2.4 件で、画像誘導の方が有意に多い(T 検定で  $p < 0.05$ )。また、危険ストーリーの内容、および危険ポイントに対する改善策や解決策は、テキスト誘導よりも画像誘導の方が具体的に記載さ

れていた。

全被験者の危険ストーリーで抽出された危険要因の内訳を表 1 (a)に示す。テキスト誘導はヒヤリハット時の条件（霧がかかっている）が 88%と多くを占めているが、画像誘導では 68%にとどまり、霧があることとは関連しない地形に起因する危険要因も抽出された。

局所的な画像加工方法で作成した教材動画を用いた KYT の結果

ベース動画として、岩稜の下り M1、岩稜の登り M2、樹林帯の下り M3 の 3 種類を準備し、ヒヤリハット体験時の条件として、M1 は「登山道に落ち葉が堆積している」、M2 は「岩雪崩で道が狭くなっている」、M3 は「左側が急斜面になっている」を設定し、同一被験者に対して 1 週間以上の間隔を空けてテキスト誘導での KYT と画像誘導での KYT を実施した。

導出された危険ストーリーの被験者あたりの件数は、テキスト誘導の場合、M1 は 1.7 件、M2 は 1.6 件、M3 は 1.4 件であった。一方、画像誘導では M1 は 2.9 件、M2 は 3.4 件、M3 は 3.4 件で、すべての教材について画像誘導の方が有意に多かった (T 検定で  $p < 0.01$ )。また、危険ストーリーの内容、および危険ポイントに対する改善策や解決策は、テキスト誘導よりも画像誘導の方が具体的に記載されていた。

全被験者の危険ストーリーで抽出された危険要因の内訳を表 1 (b)に示す。ヒヤリハット時の条件に起因するものが占める割合は、すべての教材において、テキスト誘導では 90%前後と大半を占めるのに対して画像誘導では約 50%と半数程度になっていることが分かる。また、ヒヤリハット時の条件ではない地形に関する危険要因については、テキスト誘導はほとんど抽出されていないが、画像誘導ではヒヤリハット時の条件とほぼ同数の多くが抽出された。

表 1 危険要因の分類

(a)大局的な加工動画での結果

危険要因の種別	テキスト誘導	画像誘導
地形	1	9
状況	ヒヤリハット時の条件 (88%)	23 (68%)
	その他	2
その他	0	0
合計	24	34

(b)局所的な加工動画での結果

危険要因種別	テキスト誘導			画像誘導		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3
地形	ヒヤリハット時の条件 (96%)	18 (86%)	17 (89%)	19 (48%)	21 (47%)	22 (46%)
	その他	1	3	0	18	17
	状況	0	0	2	3	2
その他	0	0	0	0	0	0
合計	24	21	19	40	45	48

#### まとめ

大局的と局所的のどちらの加工方法についてもすべての教材動画で、テキスト誘導と画像誘導での KYT の比較結果は同様の傾向となった。それらの結果から以下のことが分かった。

- (a)同一の被験者による同じベース動画の教材で抽出されたヒヤリハット時の条件に関連する危険要素は、テキスト誘導と画像誘導での件数はほぼ同じであり、危険ストーリーの内容は、テキスト誘導よりも画像誘導の方が具体的に記載されていた。このことから、提案方法による画像加工はテキストで説明する以上にヒヤリハット時の条件を可視化できていると言える。
- (b)同一の被験者による同じ教材で導出された危険ストーリーの件数はテキスト誘導よりも画像誘導の方が多くなった。テキスト誘導では、提示したヒヤリハット時の条件に意識が集中し、ヒヤリハット時の条件に関連する危険要因は抽出されたが、動画で表現されている他のことには注意が向けられなかったためである。一方、画像誘導では、ヒヤリハット時の条件に関連しない危険要素も動画から抽出していた。このことから、提案方法による画像加工は、ベース動画の画像内容も継承できており、ベース動画の画像内容とヒヤリハットの条件を可視化した画像内容を融合した動画が実現できていると言える。

上記の通り、提案方法で生成した教材動画は、登山での現場のシーンを想起させ、実践知の学びにつながる教材として有効であると言える。今後は、本研究での実験環境を発展させて、動画で可視化したヒヤリハット体験の共有と、それを教材とした危険予知トレーニングが行える web サイトを構築し、登山のリスクマネジメントについて学びあう実践知の伝承コミュニティを創出する予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 阿部大弥、田母神理沙、鳧田聡
2. 発表標題 登山危険予知トレーニングに有効な映像教材の検討
3. 学会等名 電子情報通信学会 教育工学研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 阿部大弥、田母神理沙、鳧田聡
2. 発表標題 登山危険予知トレーニングでのwhat-if展開のための画像加工
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鳧田聡
2. 発表標題 他者の登山ヒヤリハットからの主体的な学びの評価
3. 学会等名 教育システム情報学会全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 阿部大弥、伊藤仁、鳧田聡
2. 発表標題 ヒヤリハット体験からの学びに適用可能な可視化画像の生成
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------