

研究論文

# 人型入力デバイスを利用した 災害救護のための個別学習支援システム

加藤 隆雅<sup>1,a)</sup> 田山 友紀<sup>1,b)</sup> 重野 寛<sup>2,c)</sup> 岡田 謙一<sup>2,d)</sup>

受付日 2016年1月14日, 採録日 2016年5月30日

**概要:** 突然大規模な災害が起こった場合, 災害現場で最初に活動するのは現場にいる一般市民である. 適切に行動するためには事前に訓練しておくことが不可欠である. 現在, 日本各地で災害救護に関する訓練が開催されており, 一般市民が災害現場での活動に必要な知識や技能の育成の場が設けられている. しかし, 訓練は手軽に開催することができないため, 災害救護に関して学ぶ場が少ないという現状がある. このような背景から, 本研究では人型入力デバイス QUMARION を利用した災害救護のための個別学習支援システムを提案する. 人型入力デバイスを傷病者役の代わりとして使用することで, 従来複数人でしか行えなかった体位管理の訓練を個人で実行することができる. また, 学習だけでなく知識の定着確認のための実践もできるので, 個人のペースで時間をかけて学ぶことを可能とした. 評価実験を行った結果, 本システムを使用して効果的に学習ができていたことを確認した. 人型入力デバイスを使用することで, 手軽かつ個人でも災害救護に関する基礎知識を養えると分かった.

**キーワード:** 個別学習, トリアージ, 体位管理, 人型入力デバイス

## Individual Learning Support System For Disaster Relief Using a Human-shaped Input Device

RYUGA KATO<sup>1,a)</sup> YUKI TAYAMA<sup>1,b)</sup> HIROSHI SHIGENO<sup>2,c)</sup> KEN-ICHI OKADA<sup>2,d)</sup>

Received: January 14, 2016, Accepted: May 30, 2016

**Abstract:** When a large-scale disaster occurs, it is necessary for citizens to take the lead and do rescue operations. In order to act appropriately, people train and prepare for disasters in advance. However, training sessions can't be held easily, and the learning pace of each individual are not considered. In this study, we propose an individual learning support system for first aid using a human-shaped input device, QUMARION. The trainee can learn and train individually at their own pace. By performing an evaluation experiment, it was confirmed that learning can be performed effectively by using our system. We confirmed that people could acquire basic knowledge and skills about first aid by using human-shaped input device.

**Keywords:** individual learning, triage, posture management, human-shaped input device

### 1. はじめに

大規模災害が発生し多数の傷病者が同時に発生した場合, 救急隊を中心に救護活動が行われる. しかし, 地震などによって道路や建造物が倒壊し, 救急隊が災害現場へと向かうことができない最悪の状況に陥った場合, 救急活動をするのは現場にいる一般市民である [1]. 過去の災害を教訓に, きたる大災害に向けて市民の活動のあり方が見直されている.

<sup>1</sup> 慶應義塾大学大学院理工学研究科  
Graduate School of Science and Technology, Keio University,  
Yokohama, Kanagawa 223-0061, Japan

<sup>2</sup> 慶應義塾大学理工学部  
Faculty of Science and Technology, Keio University,  
Yokohama, Kanagawa 223-0061, Japan

a) kato@mos.ics.keio.ac.jp

b) tayama@mos.ics.keio.ac.jp

c) shigeno@mos.ice.keio.ac.jp

d) okada@z2.keio.ac.jp

一般市民が災害発生時に適切に行動するためには、事前の学習と訓練が不可欠である。現在、災害救護に関しての訓練は日本各地で行われている。しかし、集団訓練は頻繁に行うことができず、参加が困難となってしまう事態がしばしば起こる。また、訓練の解説は全員が理解できるように統一されてしまい、説明の部分に大半の時間を割いてしまうことが多い。そのため、時間の制約から実践を繰り返す行うことができず、個人個人の学習ペースや理解度を考慮した訓練は難しいといった問題点がある。

このような背景から本研究では、人型入力デバイス QUMARION を利用した災害救護のための個別学習支援システムを提案する。傷病者役の代わりとして QUMARION を使用するため、個人でも手軽に災害救護に関する学習および訓練をすることができる。また、システムが QUMARION の情報を基に自動でアドバイスを提示するため、訓練者個人の学習ペースや理解度に合わせて学習することも可能となっている。

本論文では、まず背景として 2 章で災害救護について現状や関連研究をふまえながら概観する。3 章において、本研究の提案である個別学習支援システムの要件について述べる。4 章では、提案システムの実装について述べ、5 章では評価実験とその実験から得られた結果および考察、そして最後に 6 章で結論を述べる。

## 2. 一般市民の災害救護

災害救護訓練には、地域の被災情報の収集と伝達方法を確認する情報伝達訓練、避難所までの避難経路を確認する避難訓練、実際にどのような環境になるのかを学ぶ地震体験・煙体験、そして傷病者への応急処置や体位管理、自動体外式除細動器 AED の使用方法を学ぶ応急救護訓練など、その内容は多種多様である [2]。その中でも応急救護訓練は、傷病者を適切な姿勢にすることで気道や血液循環を維持して症状の悪化を防ぐ体位管理、人工呼吸や心臓マッサージによる心肺蘇生法、また止血法や外傷の応急手当は、傷病者に遭遇した場合に即座に対応できる活動であるため基本的な災害対策の中でも重要な訓練である [3]。

救急隊などに頼ることができずに地域住民だけで活動しなければならない最悪の状況を想定し、限られた資源の中で 1 人でも多くの傷病者を救うために行われるトリアージと呼ばれる手法の認知を目的とした活動が全国で広がっている。現在日本では、傷病者の治療や搬送の優先順位を重症度に応じて赤、黄、緑、黒の 4 つのカテゴリに分類する START 法と呼ばれるトリアージ方法が普及しており [4]、一般市民にも START 法を基にトリアージに関する訓練が開かれている。トリアージを一般市民にも知ってもらうことで医療機関との連携をとりやすくすることが狙いであり、病院や救急隊が行うトリアージとは別のものとして市民トリアージとも呼ばれている [5]。

一般市民が自らの力で活動できるように訓練の重要性が見直されているが、現在一般的に開催されている集団訓練には問題点がある。まず、訓練自体が手軽に開催できるものではなく災害救護に関して学ぶ機会が少ないという点である。訓練を開催するためには、説明役や傷病者役の人員、そして資機材の事前準備が必要である。また、応急救護では人の体を使って体位管理などの訓練を行うため、人員が不可欠であり個別学習の形態をとるのは難しい。日程や場所といった制約も相まって、気軽に参加することは困難である。次に、訓練において個人の理解度や学習ペースを配慮できていないという点があげられる。災害救護に関する知識は誰もが身につけるべきものであり、訓練には大人から子供まで大勢が参加する。事前知識や理解力は人によって異なるにもかかわらず、訓練中の解説は統一されたものである。災害救護に必要な知識や技能の解説に大部分の時間を割くことが多く、人によっては時間の無駄であると感じたり、実践訓練に時間をかけたいなど感じることもある。訓練はタイムテーブルに沿って次へと進んでいくため、理解が追いつかない参加者のモチベーションの低下も起こりうる。また、訓練には大勢の参加者がいるため、実践訓練の際に 1 人 1 人が多くの時間をかけることはできない。訓練に参加する前に基礎知識を養える学習環境があれば、参加者全員がじっくりと学べて技能を身につけられる理想的な訓練が可能となる。

近年、災害時対応に関する学習や訓練に関する研究が数多く行われている。集団訓練を効率化するために、災害についての学習環境の提供方法についての研究 [6], [7] や VR 技術によって訓練環境に臨場感を持たせる研究 [8], [9] が行われている。また、仮想傷病者の生態情報を変化させ実践的な環境を構築する研究 [10], [11] やシリアスゲームの概念を取り入れた訓練システム [12] など、トリアージ習熟のための訓練環境に関する研究も数多く行われている。これらは、トリアージの状況判断をするための訓練環境の構築に関する研究であり、その後の傷病者への処置などのインタラクションについてまでを考慮したものではない。

## 3. 救護に関する個別学習支援システムの要件

### 3.1 実践を前提とした学習

体位管理といった人の身体を動かす訓練には、傷病者役の人員が不可欠である。個人で学ぶ際には本や映像で知識の習得は行えるが、第三者がいないために実践して知識の定着を確認することは困難である。米パデュー大学での研究によると、入力よりも出力を繰り返す方が脳回路への情報の定着が良いといわれており [13]、学習だけでなくその知識をもとにした実践の重要性が確認されている。救護に関する学習に関しても、知識の習得だけでなく適切に実行できるかどうかまでを繰り返す必要がある。傷病者役の人間の身体を使って訓練するように、実際に行動して正しく

学習できているかを確認できる仕組みがあれば、個人でも実践を前提とした学習が可能になる。また、本や動画を目で見て学ぶよりも、実際に手を動かしながら学ぶことで人体を使った訓練に近い学習効果が得られ、知識が定着しやすくなるのではないかと考えられる。

### 3.2 学習と実践の反復

現在広く行われている災害救護に関する集団訓練は、前半に訓練内容について座学や手本を交えながらの実技に関する基礎訓練といった演習を行った後、実践訓練へと移るとというのが一般的な流れである。しかし、現状の訓練の多くは時間の制約や参加人数の関係上、演習と実践訓練を通して1回ずつしか行うことができない。時間に制約がある環境下では演習でさえも反復できないため、知識や技能の定着には結び付きにくいという問題がある。

そこで、集団訓練の前段階として基礎事項に関する演習を訓練者が自由に反復できるように仕組みが必要である。演習における基礎知識の定着確認と学習を自由に繰り返すことで、訓練者の理解度に沿った訓練ができるのでモチベーションの維持にもつながる。また、基礎実践時に毎回異なる状況を作り出すことで、作業的な学習では対応できず、自分の頭で考えながら訓練を進める必要があるため、知識の定着を確認しやすくなる。あらかじめ基礎知識や基礎技能に習熟した状態であれば、集団訓練において基礎演習は不要となり、実践訓練や応用分野に多くの時間を割くことが可能となる。

### 3.3 訓練結果のフィードバック

傷病者役の人の体を使って訓練する場合、判断や行動が正しいかどうかを第三者にそのつど判定してもらいながら訓練を進めることができる。正しいかどうかの判定を受けながら訓練を進めることで、重要なポイントや注意点が自然と身に付いていく。しかし、第三者がいない状況で学習しようとした場合、正しく学べているかどうかを確認することができない。そこで、個人でもアドバイスを受けながら実践ができる環境が必要である。訓練後のフィードバックの有無は学習効果に影響を与えられているとされており [14]、自分の行動を客観的に振り返ることができるため重要である。とるべき行動と訓練者のとった行動とを比較しながらフィードバックを提示することで、効果的な復習につながると期待する。

## 4. 実装

図 1 に本システムの全体構成を示す。今回は基礎知識の習得を目的としているため、災害現場でも即座に実行できる体位管理とトリアージに関する内容を扱うこととした。訓練者は、PC のモニタに表示される仮想傷病者の情報をもとにトリアージによって重症度判定を行う。その後、搬

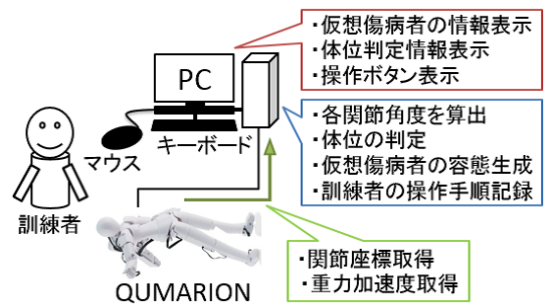


図 1 本システムの構成

Fig. 1 System overview.

送手段を用意するまでの応急処置を想定し PC に接続した人型入力デバイス QUMARION を操作して体位管理を実行する。画面操作は、キーボードおよびマウスを使用する。本研究は、Windows 上で Visual Studio2010 を用いて実装し、プログラミング言語は Visual C++ を使用した。

### 4.1 仮想傷病者の自動生成

災害現場において傷病者に処置を施す際、その傷病者についての情報を集める必要がある。本番を意識した訓練を行うために、本システムは仮想傷病者の情報をランダムに自動生成し、様々なパターンの傷病者を作り出している。

傷病者の容態が書かれた紙が提示された状態で行う訓練とは異なり訓練者自身が能動的に情報を集める必要があるため、集める情報量も変化し、より実践的な訓練が可能となる。システムが自動生成する傷病者情報は、体位管理やトリアージの際に必要な生体情報とした [15]。

傷病者の情報を生成する際、「歩けるのに呼吸数が 0」であったり「呼吸数が 0 なのに意識がはっきりしている」などといった非現実的な情報の組み合わせはすべて排除してあるので、訓練に支障が出たり混乱や誤解を招くような情報の提示がなされることはない。

### 4.2 自動体位判定

訓練者が本システムを使用して体位管理を訓練する場合、傷病者役の代わりとして QUMARION を手で操作することで任意の体位を作成する。QUMARION は、両腕を広げた際の幅と高さ、奥行きがそれぞれ 29.0 cm, 30.8 cm, 10.8 cm であり質量は 255 g, MiniUSB2.0 で PC と接続する。人間の体に準拠した構造となっており座標値の取得が可能な稼働関節点が約 16 カ所（頭や肩、膝など）あり、各関節に角度センサが内蔵されている。胸部には、重力加速度センサも内蔵されており体の向きも取得可能となっている [16]。

QUMARION の関節の三次元座標値が取得されると、座標値をもとに各関節の角度を計算する。角度を求めたい関節を A とし、その隣接関節 B と C が存在する場合、まず関節 A と関節 B をつなぐ直線 1、関節 A と関節 C をつな



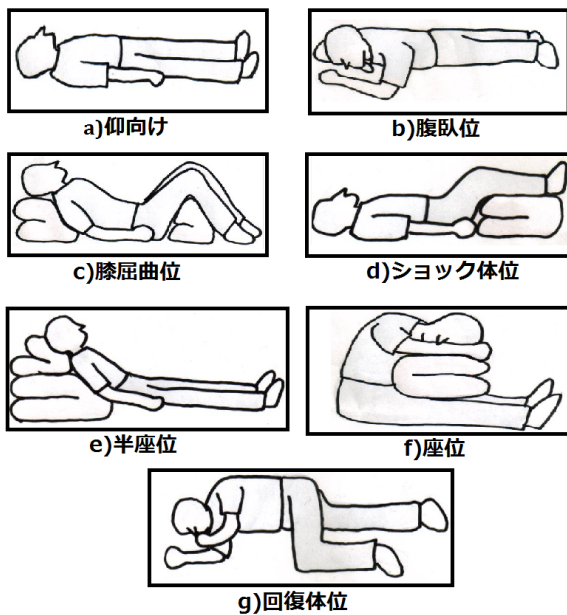


図 2 体位管理における 7 つの体位  
Fig. 2 Seven postures in posture management.

直線 2 の傾きを求め、それぞれの水平面に対する角度  $\alpha$ ,  $\beta$  を算出する。次に、求めた角度  $\alpha$ ,  $\beta$  の差を計算することで直線 1 と直線 2 がなす角度、つまり関節 A の角度を計算する。この処理を xy 平面, yz 平面, zx 平面においてそれぞれ行い、1 つの関節につき 3 つの角度を得ることとした。QUMARION の稼働関節点すべての角度計算を終了した後は、図 2 に示すような 7 つある体位それぞれに対応する関節の角度を比較していく。

体位管理は、膝を何度動かすといった細かな動きではなく「足をあげる」や「上体を軽く起こす」といったように大まかな姿勢を学ぶものであるため、見た目には違いが出る部分の関節角度を判定材料とした。(c) や (d) のように足を上げる際の判定は左右の膝と股の付け根の角度、(e) や (f) のように上体を起こす際の判定は腰の角度と重力加速度センサの値、(g) に示す回復体位は体位を作るうえでポイントとなる膝と肘の角度、そして重力加速度センサの値、といった体位を作るうえでポイントとなる関節角度に注目して体位の判定を行うこととした。

体位を判定する際に必要な関節角度のしきい値に関しては、QUMARION を用いて作成された体位が正しく判定されるような値を採用した。使用者によって判定にばらつきが出ないように、試行回数を重ねてしきい値を決定した。

### 4.3 使用イメージ

システムを起動するとモード選択画面が表示され、学習モードと訓練モードの 2 つのモードへ移るボタンが現れる。訓練者は、任意のモードをマウスで選択することでそれぞれのモードへと移行する。

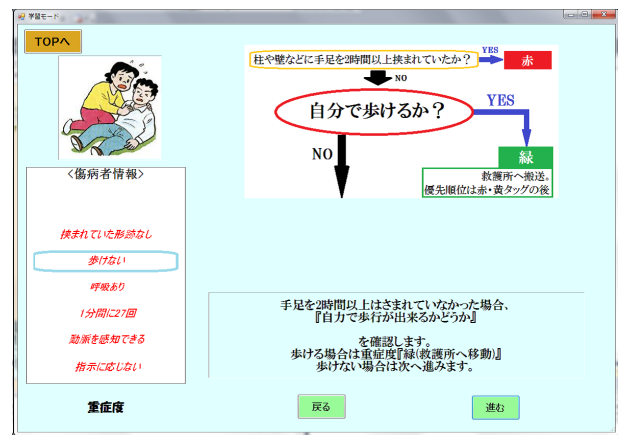


図 3 学習モード画面  
Fig. 3 Screen of learning mode.

#### 4.3.1 学習モード

学習モードでは、災害時でも道具を使わずに傷病者に対処できる方法としてトリアージと体位管理について図や解説を交えながら学習していく。訓練者は、図 3 のように画面右側に表示されるフローチャートとコメントを見ながらトリアージの判定手順を学ぶ。このとき、画面左側に判定の際のポイントとなる傷病者の容態一例が表示されているため、傷病者のどの部分を調べていけばよいかを把握しやすい作りとなっている。トリアージ判定のフローチャートやコメントは、トリアージの流れに沿って変化していくため、訓練者は判定の手順や注意点を順を追って学習することができる。トリアージについての学習が終わると、体位管理の学習へと進む。訓練者は、体位のイラストと名称、その体位が適している症状に関する説明文を見ながら体位管理の学習を進めていく。この際、体位のイラストの下に表示される「QUMARION で練習」というボタンを押すことで、図 5 のような体位判定画面が表示される。体位に関するイラストや説明文だけでなく、体位の作り方が正しいかどうかを実際に手を動かしながら確認することが可能となっている。

#### 4.3.2 訓練モード

学習した事柄が身に付いているかどうかを確認するために、訓練モードではシステムが作り出す仮想傷病者に対してトリアージによる重症度判定および体位管理の実践を行う。図 4 に示すような容態観察という欄から調べたい項目を選択し「調べる」というボタンを押すことで、傷病者についての情報が左下の欄に表示される。訓練者は、傷病者に関する情報を正しい手順で集めながらトリアージを行い、右上のチェックボックスで重症度を決定する。

重症度を決定した後は「体位管理」というボタンが表示され、搬送手段を用意するまでの処置という想定で体位管理を実践する。体位管理ボタンを押すと、図 5 の上部のような体位判定画面が出現し、現在 QUMARION で作られている体位の名称とその簡単な形の説明が表示される。訓

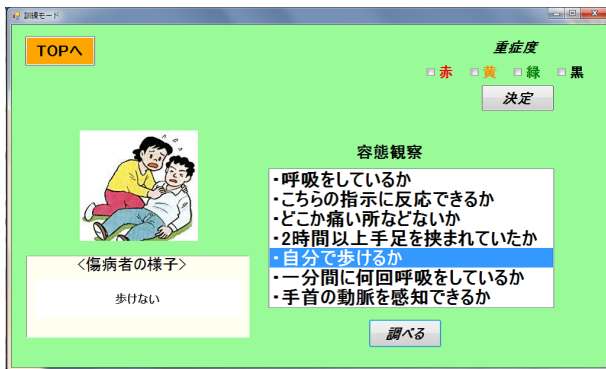


図 4 訓練モード画面

Fig. 4 Screen of training mode.



図 6 結果一覧画面

Fig. 6 Result screen.

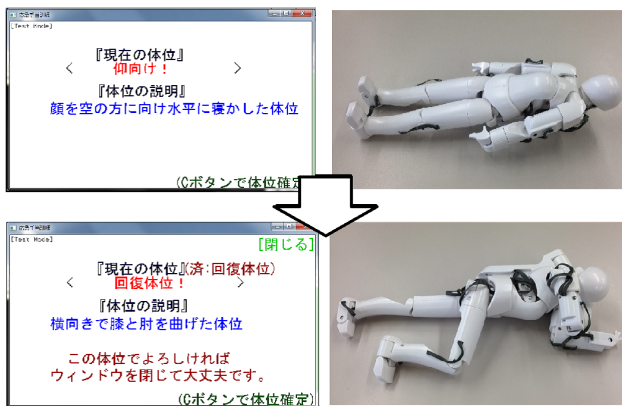


図 5 体位判定画面

Fig. 5 Posture judge screen.

練者は、傷病者の情報を基に QUMARION を動かして自分の意図した体位を作成し、キーボード操作によって体位を決定する。体位を決定させると、図 5 の下部のように現在の体位の横に決定した体位の名称が表示されるため、訓練者がどの体位と決定したかを確認した後に体位管理を終了することができる。トリアージおよび体位管理を 1 人分の対応と見なし、訓練モードでは 10 人分実践するものとなっている。

#### 4.3.3 訓練結果表示および誤答の解説

すべての傷病者への対応が終了すると図 6 のような結果画面が表示される。結果画面には、トリアージによる重症度判定と体位管理の正誤と所要時間が表示され、自分の知識の定着度を直感的に把握することができる。結果一覧を見た後は、間違えた傷病者についての解説へと移る。トリアージの判定または手順に間違いがあった場合には、図 7 に示すような画面が表示され、再度傷病者の容態情報とフローチャートをもとに手順を確認していく。体位管理に間違いがあった場合には図 8 のような画面が表示され、訓練者が作成した体位と傷病者に適している体位に関するの違いや注意点を確認する。仮想傷病者の容態と自分の行った処置を見ながら解説が行われるので、どの部分を間違えたのかなどを客観的に振り返ることが可能である。

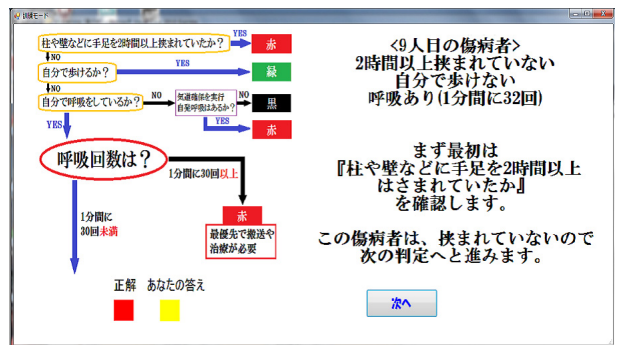


図 7 重症度判定に関する解説画面

Fig. 7 Commentary screen of triage.

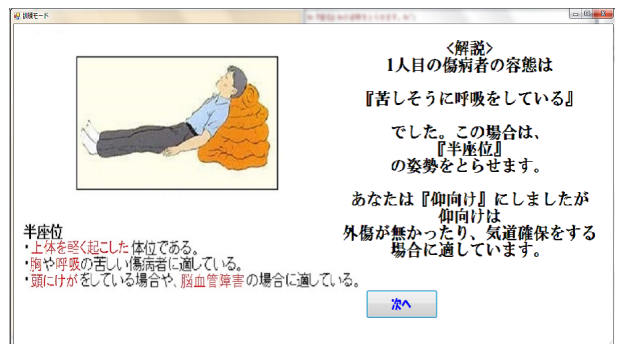


図 8 体位管理に関する解説画面

Fig. 8 Commentary screen of posture management.

## 5. 評価実験

本提案システムを用いて災害救護訓練をすることで、トリアージおよび体位管理についてのどの程度学習に貢献できているかを検証した。

### 5.1 実験概要

今回の提案手法から、学習モードにおいて QUMARION の機能を、訓練モードにおいて解説機能を削除し、文字とイラストのみで構成した教材を比較手法と呼ぶことにする。比較手法と提案手法を使った学習効果の違いについて比較することとした。学習効果の判定基準を統一するため、訓

表 1 重症度判定に関する実験結果

Table 1 Results about triage.

訓練回数	手法	判定正解率	手順正解率	総平均時間
1 回目	提案	38.0±14.0%	0.0±0.0%	533± 77 秒
	比較	52.0±11.7%	0.0±0.0%	557± 84 秒
2 回目	提案	83.0±12.7%	80.0±11.0%	451± 95 秒
	比較	82.0±17.8%	43.0±29.0%	486±121 秒
3 回目	提案	92.0± 8.7%	86.0±12.8%	307± 54 秒
	比較	90.0± 8.9%	75.0±20.1%	439±124 秒

±の後の数字は標準偏差を表す。

表 2 体位管理に関する実験結果

Table 2 Results about posture management.

訓練回数	手法	正解率	総平均時間
1 回目	提案	28.0±17.8%	277±52 秒
	比較	28.0±19.4%	284±98 秒
2 回目	提案	76.0±18.0%	183±51 秒
	比較	63.0±21.5%	249±101 秒
3 回目	提案	89.0±13.0%	139±34 秒
	比較	71.0±18.1%	235±110 秒

±の後の数字は標準偏差を表す。

練習モードにおける体位の入力には提案手法と比較手法の両方で QUMARION を使用して行ってもらった。被験者は、人体を使った訓練の経験がある大学生・大学院生 20 人で行った。

被験者を 10 人ずつの 2 グループに分け、一方は提案手法、もう一方には比較手法を使用してもらった。事前準備として、まず訓練者に機器の操作説明を行い体位管理で用いる 7 つの体位の写真を見せながら QUMARION を動かしてもらい、操作に十分に慣れてもらった。機器の操作に一通り慣れた後は、訓練モードを起動し、今ある知識と自己判断でトリアージによる重症度判定と体位管理を行ってもらった。訓練モードを終えた後は、学習モードを起動してトリアージおよび体位管理について学んでもらい、再び訓練モードで実践してもらった。2 回目の訓練モードを終えた後は、再度復習として確認したい部分を見直し、総まとめとして最後に 3 回目の訓練モードを実行してもらった。この際、学習モードは強制ではなく確認したい場合のみ使用するよう指示した。

評価項目としては、トリアージの際の重症度判定の正解率および容態観察の手順の正解率 (START 法に従っているかどうか)、体位管理の正解率、所要時間、および提案手法を使用したグループへのアンケート調査を用いた。

## 5.2 実験結果

### 5.2.1 重症度判定に関する結果

表 1 に、訓練ごとの重症度判定に関する結果を示す。知識がない状態での 1 回目の訓練結果と学習後である 2 回目、3 回目の訓練結果を比較していく。

提案手法と比較手法の判定の正解率について、1 回目はそれぞれ 38.0%と 52.0%、2 回目はそれぞれ 83.0%と 82.0%、3 回目はそれぞれ 92.0%と 90.0%であった。重症度判定の結果について t 検定を行ったところ、有意差はみられなかった。傷病者の重症度を判断し 4 つのカテゴリに分類するのは複雑ではないため、手法によって差が出なかったと考えられる。手順の正解率については、1 回目はどちらも 0.0%、2 回目はそれぞれ 80.0%と 43.0%、3 回目はそれぞれ 86.0%と 75.0%という結果であった。手順の結果に関して t 検定を行ったところ、2 回目の手順の正答率に有意

水準 5%で有意差がみられた。START 法のフローチャートに従って容態を観察するといった行為は、普段の生活においてあまり馴染みがないため、訓練後の解説の有無によって差が現れたと考えられる。詳細な解説によって、訓練者の間違えた部分と正解とを客観的に振り返ることができ、効果的に復習が行える傾向がみられた。

総平均時間に関しての提案手法と比較手法の結果は、1 回目はそれぞれ 533 秒と 557 秒、2 回目はそれぞれ 451 秒と 486 秒、3 回目はそれぞれ 307 秒と 439 秒であった。総平均時間に関して t 検定を行ったところ、3 回目の結果に有意水準 5%で有意差がみられた。訓練後の解説において自分の行動と正解とを見比べながら復習ができるので、どの部分が間違っていたのかを把握しやすかったのではないかと考えられる。訓練を観察していると、従来手法のグループでは傷病者の容態観察の際に「この場合はどうだったかな」と判定手順に悩みながら訓練を進める様子が多くみられた。訓練後の解説の有無によって、判定手順の理解度に差が現れたと考えられる。

### 5.2.2 体位管理に関する結果

表 2 に体位管理に関する結果を示す。知識がない状態での 1 回目の訓練結果と学習後である 2 回目、3 回目の訓練結果を比較していく。

提案手法と比較手法の体位管理の正答率について、1 回目はどちらも 28.0%、2 回目はそれぞれ 76.0%と 63.0%、3 回目はそれぞれ 89.0%と 71.0%であった。正解率について t 検定を行ったところ、3 回目の結果に有意水準 5%で有意差がみられた。正解率に差が出た要因としては、提案システムにおいて訓練後に解説が行われ、訓練者の作成した体位と正解との違いを見直すことができ、学習モードにおいても QUMARION を用いて実際に手を動かして間違えた部分や曖昧な部分を納得がいくまで確認することができたためだと考えられる。提案システムで学習した訓練者からは、QUMARION を実際に手で動かして学習を進めることにより、説明を見るだけでなくなぜこのような体位なのかを考えながら体で覚えることができるので学習しやすかったとの意見があった。一方で、比較手法で学習したグループからは行動せずに文字やイラストを見ただけでは覚えにくいといった意見が多かった。このことから、動きとともに



表 3 アンケート結果

Table 3 Results of questionnaire.

項目	評価値				
	5	4	3	2	1
質問 1*1	9人	1人	0人	0人	0人
質問 2*2	7人	2人	1人	0人	0人
質問 3*3	10人	0人	0人	0人	0人
質問 4*4	5人	5人	0人	0人	0人
質問 5*5	7人	2人	1人	0人	0人
質問 6*6	6人	3人	1人	0人	0人
質問 7*7	5人	2人	3人	0人	0人
質問 8*8	8人	0人	2人	0人	0人

質問内容は下部に示す。

に学習することで、その行動の意味を理解しやすかったと考えられる。

総平均時間に関しての提案手法と比較手法の結果は、1回目はそれぞれ 277 秒と 284 秒、2 回目はそれぞれ 183 秒と 249 秒、3 回目はそれぞれ 139 秒と 235 秒であった。総平均時間に関して t 検定を行ったところ、3 回目の結果に有意水準 5% で有意差がみられた。時間に差が出た要因としては、学習の際に手を動かしながら学ぶことで、どの部分がポイントなのか、なぜその体位なのかについて考えながら学習したためだと考えられる。学習時から自分の頭で考えることで、訓練モードにおいても傷病者の容態に合わせて迅速に体位を作成できるようになったと考えられる。

### 5.2.3 アンケート結果

今回、提案手法で QUMARION を用いて学習してもらった 10 名にシステムに関するアンケート調査を行った。アンケート結果は、表 3 に示す結果となった。アンケート項目は 1 から 5 の 5 段階評価で実施した。1 が悪く 5 が良い結果を表す。全体として高評価を得られ、質問 3 においては全員から学んでいる実感があったとの回答を得られた。本来人の体を動かして訓練する体位管理を人型入力デバイス QUMARION を使用して個人でも学習できる仕組みとしたが、アンケート結果では人の体でなくても学習や訓練に違和感を感じなかったといった意見が多く、問題なく訓練をすることができたといえる。回答分布にばらつきが出た要因としては、人型入力デバイスというものの自体に初めて触れる被験者が多かったことが考えられる。自由記述欄には「ゲーム感覚で楽しく学べた」や「人を動かさずに訓練できるのでじっくりと学べた」などのコメントがあり、個人のペースに合わせた訓練が確立されていたと分かる。

\*1 学習モードの説明は分かりやすかったか  
 \*2 訓練後の解説は適切であったか  
 \*3 システムを使うことで学んでいる実感があったか  
 \*4 体位管理についての知識は身に付いたと思うか  
 \*5 トリアージについての知識は身に付いたと思うか  
 \*6 訓練インタフェースは分かりやすいか  
 \*7 QUMARION を使った学習と訓練に違和感はなかったか  
 \*8 訓練として有意義であったか (作業的でなかったか)

## 6. おわりに

災害現場で市民が主体となって活動するためには、日頃から災害に対応するための知識と技能を身につけておく必要がある。しかし、現状の災害救護訓練は人員や資機材の事前準備が必要であり、日時や場所の制約とも相まって頻繁に開催することが困難であるという問題点がある。また、訓練には大人から子供まで大勢が参加するため、訓練の流れを統一せざるをえず、個人の学習ペースや理解度を配慮できていないという現状もある。訓練を頻繁に開催できず、災害救護について学ぶ機会が少ないにもかかわらず、訓練が形骸化しており学ぶというよりも見せるという形態になりつつある。時間と場所を限定して集団で訓練する以上、多人数でしかできない実践訓練や対面で教えるべき応用分野について時間をかけて学ぶべきである。1 人 1 人がある程度の基礎知識を持った状態で集団訓練に参加することで、一からの説明は不要となり対面でしか行えない実践訓練に時間をかけることができる。

本研究では、人型入力デバイス QUMARION を利用した災害救護のための個別学習支援システムを提案した。システムが仮想傷病者の情報を自動生成するため、様々なケースを想定した実践的な訓練が可能となる。また、傷病者役の代わりとして人型入力デバイスを用いるため、従来複数人でしか行えなかった体位管理の訓練を個人で学習することを可能とした。演習における学習と基礎実践を分けて訓練者が自由に選択できるようにすることで、訓練者個人のペースに合わせた知識の習得と定着の確認が可能となる。評価実験により、本提案システムを使用しての手を動かしながらの学習に効果があることを確認し基礎知識を効率よく学習できることを示せた。QUMARION を人体の代わりに用いることで、災害救護の基礎に関する個別学習が可能となり、学ぶ場の増大へとつながると期待する。

謝辞 本研究の一部は、文部科学省科学研究費補助金 (C) 課題番号 26330229 (2014 年) の補助を受けた。

### 参考文献

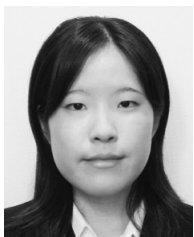
- [1] 宮野道雄：1995 年兵庫県南部地震による人的被害 (その 5) 神戸市東灘区における人命救助活動に関する聞き取り調査, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (1996).
- [2] 内閣府：平成 27 年度総合防災訓練大綱 (オンライン), 入手先 (<http://www.bousai.go.jp/oukyu/pdf/h27taiko.pdf>) (参照 2016-04-10).
- [3] 東京消防庁：応急手当の重要性 (オンライン), 入手先 (<http://www.tfd.metro.tokyo.jp/lfe/kyuu-adv/joukyu/oukyu-01.htm>) (参照 2016-04-10).
- [4] 高橋章子：救急看護師・救急救命士のためのトリアージ—プレホスピタルから ER, 災害まで, メディカ出版 (2008).
- [5] NPO 法人 災害・医療・町づくり (オンライン), 入手先 (<http://triage.web.fc2.com>) (参照 2016-04-10).
- [6] Ferrer, M., Hodges, J. and Bonnardel, N.: The MoLE project: An international experiment about mobile

- learning environment, *Proc. 31st European Conference on Cognitive Ergonomics (ECCE' 13)*, Article 32, p.5, ACM (2013).
- [7] Otim, S.: A Case-Based Knowledge Management System for Disaster Management: Fundamental Concepts, *Proc. 3rd International ISCRAM Conference*, Van de Walle, B. and Turoff, M. (eds.), Newark, NJ (USA), pp.598-604 (2006).
- [8] 和田雄志：VRを活用した多人数参加型防災訓練ツール，可視化情報学会，Vol.19, No.74, pp.193-195 (1999).
- [9] 岡田紘明，井面仁志，高橋亨輔，白木 渡，磯打千雅子，岩原廣彦：災害状況再現・対応能力訓練システムの開発，第28回信頼性シンポジウム，日本材料学会，pp.115-120 (2014).
- [10] 高橋裕樹，安藤禎晃，岡田謙一：動的な傷病者情報を利用した電子トリアージ訓練システム，情報処理学会論文誌，Vol.54, No.4, pp.340-348 (2013).
- [11] 安藤禎晃，萩野実咲，岡田謙一：生体情報の変化に対応したトリアージ訓練システムの提案，信学論D，Vol.J97-D, No.5, pp.904-913 (2014).
- [12] Knight, J.F., Carley, S., Tregunna, B., Jarvis, S., Smithies, R., de Freitas, S., Dunwell, I. and Mackway-Jones, K.: Serious gaming technology in major incident triage training: A pragmatic controlled trial, *Resuscitation*, Vol.81, No.9, pp.1175-1179 (2010).
- [13] Jeffrey, D., Karpicke, et al.: The Critical Importance of Retrieval for Learning, *Science*, Vol.319, pp.966-968 (2008).
- [14] Locke, E. and Latham, G.: A theory of goal setting and task performance, Prentice Hall (1990).
- [15] 三上剛人：緊急・応急処置 Q&A，日本看護協会出版会 (2013).
- [16] QUMARION 人型入力デバイス (オンライン)，入手先 (<http://www.clip-studio.com/quma/>) (参照 2016-04-10).



**加藤 隆雅** (学生会員)

2015年慶應義塾大学理工学部情報工学科卒業。現在，同大学院理工学研究科修士課程在学中。グループワーク支援の研究に従事。



**田山 友紀** (学生会員)

2014年慶應義塾大学理工学部情報工学科卒業。現在，同大学院理工学研究科修士課程在学中。グループワーク支援の研究に従事。



**重野 寛** (正会員)

1990年慶應義塾大学理工学部計測工学科卒業。1997年同大学大学院理工学研究科博士課程修了。現在，同大学理工学部教授。博士(工学)。情報処理学会学会誌編集委員，同論文誌編集委員，同マルチメディア通信と分散処

理研究会幹事，同高度交通システム研究会幹事，電子情報通信学会英文論文誌B編集委員等を歴任。現在，情報処理学会マルチメディア通信と分散処理研究会主査，Secretary of IEEE ComSoc APB。ネットワーク・プロトコル，モバイルコンピューティング，ITS等の研究に従事。著書『コンピュータネットワーク』(オーム社)，『ユビキタスコンピューティング』(オーム社)，『情報学基礎第2版』(共立出版)等。電子情報通信学会，IEEE，ACM各会員。



**岡田 謙一**

慶應義塾大学理工学部情報工学科教授，工学博士。専門はCSCW，グループウェア，HCI。情報処理学会誌編集主査，論文誌編集主査，GN研究会主査，日本VR学会理事等を歴任。現在，情報処理学会理事，情報処理学会論文

誌：デジタルコンテンツ編集委員長，電子情報通信学会HB/KB幹事長。情報処理学会論文賞(1996, 2001, 2008年)，情報処理学会40周年記念論文賞，IEEE SAINT '04, ICAT '07最優秀論文賞等を受賞。情報処理学会フェロー，VR学会フェロー，IEEE，ACM，電子情報通信学会，人工知能学会各会員。