

# 人型入力デバイスを用いた市民向け災害救護訓練システム

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

**概要:** 近年, 大規模な災害が発生した際に市民が中心となって救助活動を行う必要性が指摘されており, 日本各地で災害対応訓練が開催されている。しかし, 現状の訓練は体位管理やトリアージを訓練する際に傷病者役の手配や資機材の事前準備が必要であり, 訓練を手軽に実施する事ができない。さらに, 訓練者個人のペースを配慮できていないという問題点がある。このような背景から本研究では, 人型入力デバイス QUMARION を使用した災害対応訓練システムを提案する。訓練者は, 人型入力デバイスを使用して個人で体位管理訓練を実行する事が出来る。また, 学習と実践訓練を分けることで, 個人のペースに合わせた訓練が行える。評価実験を行った結果, 本システムを使用して正確に学習出来ている事を確認した。人型入力デバイスを使用する事で, 事前準備の必要なしに個人のペースで災害救護訓練が行えるとわかった。

**キーワード:** 訓練, 災害, 人型入力デバイス

## A Training System for citizens corresponding to a disaster With a Human-Shaped Input Device

RYUGA KATO<sup>1,a)</sup> MISAKI HAGINO<sup>2,b)</sup> YUKI TAYAMA<sup>2,c)</sup> KENICHI OKADA<sup>1,d)</sup>

### **Abstract:**

When a large-scale disaster occurs, it is necessary for citizens to take the lead and do rescue operations. People train and prepare for disasters in advance, but training sessions can't be held easily, and the learning pace of each individual are not considered. In this study, we propose a disaster training system for citizens using a human-shaped input device. The trainee can perform the training individually by their own pace. By performing an evaluation experiment, it was confirmed that training can be performed at a desired pace accurately by using our system.

**Keywords:** Training, Disaster, Human-Shaped Input Device

## 1. はじめに

目の前で突然大災害が発生した場合, 救助隊などによって救命救急活動が行われる。しかし, 道路の寸断などによって救助隊がすぐに現場へと来れない最悪の状況に陥った時, 救助活動をするのは現場にいる一般市民である。近

年では, 東海地震という都市機能を麻痺させ大混乱を招くと言われるほどの大地震が発生する確率が高いと予測されており [1], 災害現場で市民が中心となって活動する必要性が指摘されている。大規模災害が発生すると傷病者が大量に発生し, 病院などの医療機関だけでは傷病者全員に適切な対応を取ることが不可能である。そこで, 通常は医療従事者が行うトリアージを市民にも知ってもらい, 重度の傷病者を判別して医療機関との連携をとる必要がある。また, 災害発生直後の現場では, 包帯など応急処置に必要な物資が常に手に入る状況だとは限らない。そこで, 適切な姿勢を保つことで傷病者の呼吸や血液の循環を維持して症状の悪化を防ぐ体位管理が, 災害時に事前準備無しで即座

<sup>1</sup> 慶応義塾大学理工学部  
Faculty of Science and Technology, Keio University  
<sup>2</sup> 慶応義塾大学大学院理工学研究科  
Graduate School of Science and Technology, Keio University  
a) kato@mos.ics.keio.ac.jp  
b) misaki@mos.ics.keio.ac.jp  
c) tayama@mos.ics.keio.ac.jp  
d) okada@z2.keio.ac.jp

にとれる行動であり、一人でも多くの人命を救う為には重要である。

上記の行動を一般市民が災害時に適切に行う為には、事前学習が必要である。しかし、現在日本各地において災害に対処する術を学ぶ訓練は頻繁に開催されていないため、予定が合わずに参加できないということがしばしば起こる。また訓練には、事前の知識がある人から全くない人まで多くの人々が参加する。そのため、訓練の説明内容も知識がない人にも理解出来る様に統一され、説明に大半の時間を割くことが多くある。時間の制約から繰り返し実践することが出来ず、個人の学習ペースを配慮できていないという問題点がある。

このような背景から本研究では、人型入力デバイス QUMARION を使用した災害救護訓練システムを提案する。本提案システムにより手軽にトリアージや体位管理の基礎知識について個人のペースで学ぶことが出来、また体位管理については QUMARION を手で操作することによって実地訓練と同様の訓練が出来る。

本論文では、まず背景として 2 章では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災害救護訓練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、そして 5 章では評価実験とその実験から得られた結果及び考察、今後の課題について記述する。最後に 6 章で結論を述べる。

## 2. 災害救護訓練

### 2.1 一般市民の訓練と現状

災害発生時には、周囲の環境が一瞬にして日常とかけ離れた状態になる。何の知識もなしに非日常的な状況に出くわしてしまうと、人はパニックとなってしまう、助かるはずの命を落としてしまいかねない。そこで、日本では全国の自治体で様々な災害救護訓練が開催され、非日常的な環境に対応するための知識や技能を学ぶ機会を定期的に設けている。

災害救護訓練には、地域の被災状況の収集や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、実際にどのような状況になるのかを学ぶ地震体験・煙体験、そして怪我人への応急処置や体位管理、自動体外式除細動器 AED の使用方法などを学ぶ応急救護訓練など、その内容は多種多様である [2]。中でも応急救護は、傷病者を適切な姿勢にすることで気道や血流の循環を維持して症状の悪化を防ぐ体位管理や、人工呼吸や心臓マッサージによる心肺蘇生法、そして止血法や外傷の応急手当など、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、応急救護訓練は基礎災害対策の中でも重要な訓練である。以上の訓練は、災害に対応する力を身につける訓練であるため、総称して防災訓練と呼ばれることもある。

阪神・淡路大震災において人命救助をした人の内訳は「近所の人」が最も高く約 65% となっており [3]、災害発生直後の現場で主体となって活動するのはその地域の一般市民であると言える。また、近年発生確率が高いと予測されている東海地震においても、過去の震災と同様に地域の医療キャパシティを遥かに超える多数の傷病者が発生すると予測されており、今まで以上に市民の活動が重要視されている。そのような、救助隊などに頼れずに現場で市民が主体とならざるを得ない最悪の状況を想定し、一般市民にもトリアージと呼ばれる、制約された資源や条件下で 1 人でも多くの傷病者を救うために怪我の緊急度や重症度によって治療や搬送の優先順位を決める手法を知ってもらおうという動きが静岡県などで広まっている [4]。現在日本では、治療優先度の高い順に赤、黄、緑、黒の 4 つに分類される START 法と呼ばれるトリアージ方法が普及しており [6]、災害救護訓練においても START 法をもとに訓練が行われている。その中で、判定基準などをわかりやすく書き直したものが市民向けのトリアージ訓練の中で活用されており、市民トリアージとも呼ばれている [5]。

### 2.2 災害救護訓練の IT 化

昨今、学習や教育に関しての IT 化が注目されている様に、世界では災害救護訓練や防災訓練も IT 化の流れがある。

米国では、事例ベース推論 (Case-Based reasoning) に基づいた災害への対処などを学ぶナレッジマネジメントシステムを開発し、効果的であると実証されており、効率的に災害に対処する術を学習する為の研究が行われている [7]。

日本では、形骸化された防災訓練に関しての問題を解決するべく、和田 [8] によって VR を活用した多人数参加型防災訓練ツールが 1999 年に開発されている、近年では香川大学危機管理研究センターにおいて 3 次元バーチャルリアリティ技術を用いた災害状況再現・対応能力訓練システムの開発が行われており、すでに公開訓練の中で実際に使用されている [9]。このシステムは、VR 技術や音響技術を組み合わせて臨場感のある災害時の状況を作り出している。訓練者は、システムが提示する VR 映像を見ながら実際に行動し、災害時に的確な判断を妨げる状況下において高度な状況判断や実践的な行動を学習する。また、訓練のためのシナリオは自由に変更可能であるため、異なった状況下での対応訓練を繰り返し実践できる。

また、松井ら [10] によって Kinect と大型ディスプレイを用いたバーチャルリアリティ避難訓練体験システムというものも研究されており、評価実験によって特別な装置を装着する必要無しに VR で再現された仮想の現場空間を実際の避難訓練に近い体験が出来ること確認されている。

このように形骸化された訓練を IT 技術の力でより学習効果の高いものにしようという考えから、防災訓練に関す

る研究が多く行われており実証実験も数多く行われている。

### 2.3 現状の問題点

現在日本では、来る大地震に備え災害時でも市民が自分の力で対応出来るようにするため、災害救護訓練の必要性が見直されている。しかし、現在自治体などで開催されている訓練には以下の問題点がある。

まず一つ目は、手軽に開催できないという点である。訓練には説明役や傷病者役の人員、そして包帯や三角巾などの訓練で使用する資機材の事前準備が必要となる。特に応急救護では人を使って体位管理などを訓練するため、人員が不可欠であり個人学習の形態を取れず、納得できるまで繰り返し訓練するといったことは難しい。また参加者は大人数であることが多く、個人の予定に合わせる事が難しいため、日程という面でも手軽な開催は困難であると考えられる。

二つ目は、訓練において個人のペースを配慮していないという点である。災害救護訓練は大人から子供まで誰でも参加することが出来るため、当然理解力や事前知識は十人十色である。訓練参加者の中には、訓練の内容について全く知らないという人もおり、そのような人々にもわかる様に訓練主催側は基礎知識を一から説明せねばならず、流れが統一されてしまっている。訓練の説明に大部分の時間を取られてしまうことが多く、あらかじめ知識がある人にとっては時間の無駄であると感じたり、実践訓練の時間が少ないなどと感じてしまうこともある。

また、訓練に関する研究においても大掛かりなものが多く、手軽に訓練を繰り返すのは困難である。訓練とは日頃から実践すべきものであり、知識や技能を定着させる為には繰り返すことが重要である。そこで、事前準備が簡単で手軽に実践出来る様に訓練を工夫することが必要がある。

## 3. 市民向け災害救護訓練システム

2.3 節で述べた様な問題点を解決する災害救護訓練システムに必要な要件として、一人でも手軽に訓練が出来ること、そして個人の理解度に合わせた学習と実践が出来ることの二つが挙げられる。

### 3.1 想定環境

今回提案するシステムでは、大規模な災害が発生し身の回りに搬送手段や医療物資が存在せず救急隊もすぐに駆けつけることが困難な状況下で、一般市民が即座に取れる行動として重要な体位管理とトリアージによる重症度判定についての基礎知識、技能について学ぶことを想定している。

### 3.2 システムによる自律学習補助

大規模災害が発生した状況では、まずは災害現場にいる市民が主体となって救助活動をしなければならない。建造



図 1 人型入力デバイス QUMARION

物の倒壊などによって道路が寸断されてしまった場合、救急隊が即座に現場へ駆けつけることは難しい。また、市民が病院へ搬送をする場合には車などの搬送手段が必要であり、即座にとれる行動には限界がある。そのような場合、傷病者の容態に適した姿勢にすることで、気道と血液循環を維持し症状の悪化を遅らせることが可能となる。体位管理は傷病者の体を動かすため、事前にしっかりと訓練しておかなければ災害時に適切な対応を取ることは難しい。体位管理訓練は地域や企業の防災訓練の中でも応急救護の一つとして取り扱われており、傷病者役の人を実際に動かしながら体位の作り方やその体位が適している症状について学習していく。しかし、訓練は頻繁に開催されるものではなく、開催されたとしても予定が合わずに参加できないという状況はしばしば起こってしまい、知識の定着には結びつきにくい。また訓練に参加できたとしても、体位管理の実践は傷病者役の人員を使って参加者が限られた時間内で順番に実践していくため、何度も動かしたり納得いくまで時間をかけたりといった様に、自由に学ぶということは難しい。

傷病者役の人の体を使ってトリアージ訓練や体位管理をする際は、その体位の作り方が正しいかどうかを第三者にその都度判定してもらいながら訓練を行うことが出来る。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、体位を作る際の重要なポイントが自然とわかり正しい体位管理法が身に付く。しかし、傷病者役や解説をする人員がいない状態で学習しようとする、実際に手を動かすことが出来ず、正しく学習出来ているかどうかもわからないため、災害時に適切な対応を実践することは難しい。第三者が必要な部分をシステムが代行することで個人でも実地訓練が可能となる。訓練に人員を必要としなくなるため、予定調整や第三者への配慮も不要となり、訓練者の納得がいくまで手軽に訓練を実行することが出来る。自治体などが開催する訓練に参加する者全員が、ある程度の基礎知識を持った状態で訓練に臨むことで一からの説明は不要となり、実践や応用などの対人でしか教えられないような部分に時間を多くかけることが出来る。

そこで本研究では、図 1 に示す人型入力デバイス QUMARION を使用することで個人でも体位管理を訓練できる様にした。傷病者役の人員の代わりに QUMARION を使用することで、事前準備なしに実地訓練をいつでも手軽に行うことが出来る。動画や文章のみを見て学ぶよりも実際に手を動かしながら学習することで、体を使った技能や知識の習得が出来るため学習効果が高いと考えられる。このデバイスは体長約 30cm であり人型をしているので、使用するにあたって特別な知識や技術は必要なく、人形を動かす要領で関節を曲げていくことで人間と同じようなポーズをとらせることが出来る。外形は人の体とほぼ同じであるため、実際の人を動かす様に体位管理を訓練することが可能となる。また、このデバイスは PC に USB ケーブルを介して接続するだけで使用できるため準備に手間はかからない。

### 3.3 個人のペースの配慮

自治体などが主催する訓練では、最初にこれから訓練する内容についての背景や説明をして簡単に学習した後、実地訓練へと移るとというのが基本的な流れである。しかし、現在様々な場所で開催されている訓練のほとんどは、時間の制約や人数の関係上で学習と実践は一回ずつしか行うことが出来ない。訓練とは繰り返し行う中で動き方などを学習するものであり、時間や回数の制約がある学習や訓練では知識の定着に結びつきにくいという問題がある。また、学習速度は人それぞれであり、得意分野や不得意分野も十人十色である。

そこで、知識や技能の学習と実践を分けることで個人の学習ペースに柔軟に対応出来ると考えられる。また、毎回異なる状況下での実践にすることで本番を想定した訓練となり、知識の定着が確認しやすくなるのではないかと考えられる。

## 4. 実装

### 4.1 実装環境

本研究に置ける実装環境は、Windows 上で Visual Studio 2010 を用いて実装されている。また、プログラミング言語は Visual C++ を使用した。

### 4.2 システム構成

図 2 に本システムの全体構成を示す。訓練者は、PC の画面に表示されている情報を基にトリアージによって重症度判定を行い、その後 PC に接続されている QUMARION を操作して体位管理を実践する。画面操作はキーボードおよびマウスを使用して訓練を進める。訓練者が QUMARION を手で操作して姿勢を作ると、QUMARION の内部センサによってそれぞれの関節の三次元座標値が取得される。得られた関節の座標値をもとに QUMARION の関節の角度

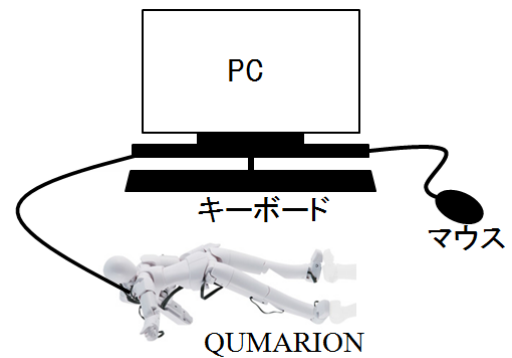


図 2 本訓練システムの構成

をシステムが計算し、関節角度の値および加速度センサの値によって体位が自動で判定され、体位の名称とその体位がどのような形であるかの簡単な説明の情報が画面に表示される。関節角度の計算などについては、4.4 節で詳細に説明する。

### 4.3 仮想傷病者の自動生成

トリアージや体位管理を実践するには、まず傷病者についての情報を集める必要がある。そこで本システムでは、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。

あらかじめ傷病者の容態が決まっている紙を用いた訓練とは異なり、様々なケースを訓練できるため、より実践的に訓練を行うことが可能となっている。システムが生成し画面に表示する傷病者の情報は、体位管理に必要な情報やトリアージにおける重症度判定の際に必要なものとした [11]。

また傷病者の情報をランダムに生成する際、「歩けるのに呼吸が 0」や「呼吸がないのに意識がある」などといった、現実には決して起こらないような情報の組み合わせは全て排除してあるので、訓練を進めるにあたって支障が出たり混乱を招くような表示はされないようになっている。また体位管理に関しての情報についても、呼吸や意識の有無についての情報と矛盾が起きない様に決定されている。

### 4.4 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する際、QUMARION を手で操作することで任意の体位を作成する。数多く存在している関節の中で QUMARION には座標値をとれる関節が約 16 カ所以上あり（頭や肩、ひざなど）、それぞれの関節に角度センサが内蔵されている。また胸の内側の部分には加速度センサおよび重力加速度センサが内蔵されており、体の向きなども取得することが可能となっている [12]。

関節の三次元座標値が取得されると各関節の角度が計算される。角度を求めたい関節を A とし、その隣接関節 B

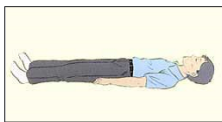


図 3 仰向け(仰臥位)

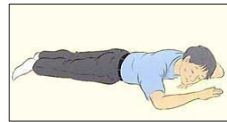


図 4 腹臥位



図 5 半座位



図 6 座位



図 7 膝屈曲位



図 8 ショック体位



図 9 回復体位

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 をつなぐ直線 2 の傾きを求め、それぞれ水平面に対しての角度  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  を求める。次に、求めた角度  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  の差を計算することで、直線 1 と直線 2 がなす角度  $\theta$ 、つまり関節 A の角度を計算する。これを xy 平面、yz 平面、xz 平面においてそれぞれ行い、1 つの関節につき計 3 つの角度を得る。今回は足先や指先のように隣接関節が 1 つしか存在しないものは体位管理に関係がないため、角度を 0 とした。

角度計算を QUMARION の関節点全てに行ったら後は、図 3 から図 9 に示すような 7 つある体位それぞれに対応する関節点の角度を比較していく。

体位管理は、「足をあげる」や「上体を軽く起こす」といった様で大まかな姿勢を学習するものであるため、見た目に違いが出る部分の関節角度を判定材料とした。図 7 や図 8 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、図 5 や図 6 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、図 9 に示す回復体位はポイントとなる膝の角度と肘の角度、そして重力加速度センサの値、というように体位を作る上でポイントとなる関節の角度に注目して体位判定を行う様にした。

体位判定において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と判定されたものが等しくなる様な値を採用した。使用者によって判定の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。

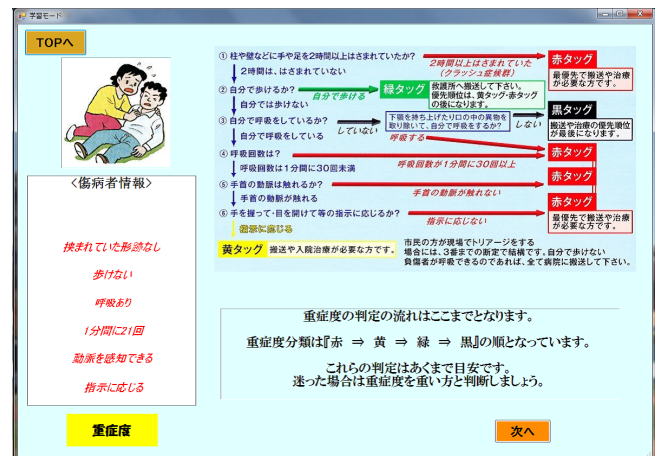


図 10 学習モード画面

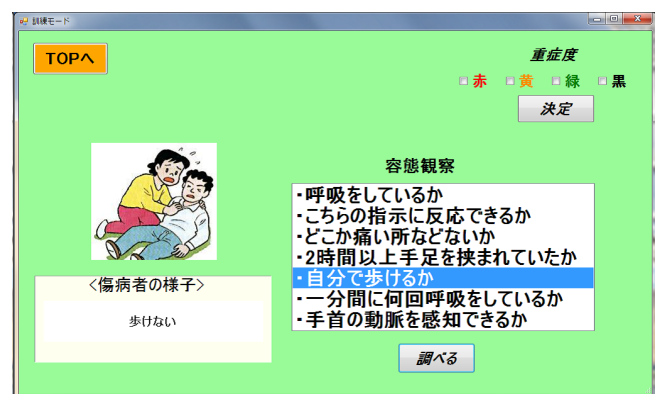


図 11 訓練モード画面

## 4.5 表示画面

### 4.5.1 初期画面

システムを起動すると、学習モードと訓練モードの選択画面が現れる。訓練者は、自分の行いたい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。

### 4.5.2 学習モード

学習モードでは、まずトリアージの判定手順についてフローチャートと簡単な文章による説明を基に学習する。図 10 のように画面左側に判定の際に重要となる傷病者の容態一例が表示され、その容態一例をもとに判定の流れを学習出来るようになっている。右上に表示される判定のフローチャートや右下に表示される文章によるコメントやアドバイスはトリアージの判定段階によって変化していくため、どのような容態を調べれば良いかなどの注意点や手順が訓練者にわかりやすく提示される。トリアージについての学習が終わると、体位管理についての説明へと移行する。体位管理の学習は、体位のイラストと名称、体位が適している症状などを画像として表示し、下にその体位を作る際のアドバイスや注意点などを短い文章として提示しながら行う。この時「QUMARION で練習」というボタンを押すことで、実際にその体位を正しく作れているかを確認することが可能となっている。

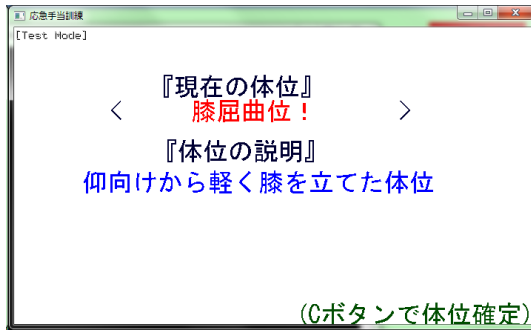


図 12 体位判定画面



図 13 体位が作られた QUMARION

#### 4.5.3 訓練モード

訓練モードでは、学んだ知識がしっかりと身に付いているかを確認するために、システムが作り出す仮定の傷病者の情報を基にトリアージによる重症度判定および体位管理の二つを解説無しで実践していく。訓練の流れは、まず図 11 の右側にある容態観察という欄から必要な情報を選択し、下にある「調べる」というボタンを押すことで左下の「傷病者の様子」の欄にその情報が表示される。傷病者についての情報を正しい手順で集めた後、重症度を右上のチェックボタンを押して決定する。

重症度を決定した後に「体位管理」というボタンが表示されるので、訓練者はそのボタンを押すことで図 12 の様な体位管理画面へと移る。訓練者は傷病者の情報を基に QUMARION を動かして、体位の作成を図 13 のように行う。QUMARION を操作して自分の意図した体位を作成し、キーボードの C ボタンを押すことで体位が決定される。決定された体位は、現在の体位の右横に表示されるので、訓練者自身がどの体位で決定したかを確認した後に次へ進むことができる。ここまでが 1 人分の実践訓練であり、本システムでは 10 人分実践するものとなっている。重症度判定および体位管理は、決定するとその場で正誤判定が表示され、全てが終了すると結果画面へと移行する。

#### 4.5.4 訓練結果画面

結果画面では、図 14 の様に所要時間と結果一覧が表示される。

所要時間は、重症度判定と体位管理にかかった時間それぞれが分けて表示される。結果一欄は左から重症度の「正

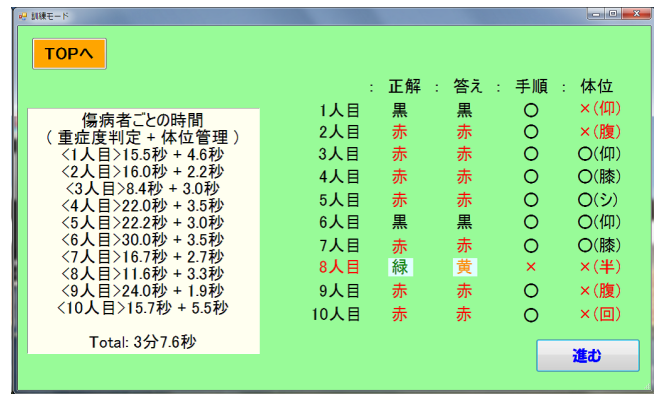


図 14 結果一覧画面

解」, 訓練者の判定である「答え」, 重症度判定の際に正しい手順で容態を調べていたかを表す「手順」, そして体位管理の正誤と正解の体位を表す「体位」として表示される。重症度が間違っていた人の番号は赤文字で表示され、「正解」と「答え」の部分が強調される。トリアージの際の容態を調べていく手順の正誤および体位管理の正誤に関しても、間違えた部分が赤文字で表示され、訓練の結果を直感的に把握することが出来る。

結果一覧の右下にある「進む」ボタンを押すことで、今回の訓練の解説へと移る。トリアージの重症度判定または判定手順が間違っていた場合は、学習モードと同じくフローチャートとコメントでトリアージの流れを再確認する様になっている。体位管理の間違いがある場合には、傷病者の容態とそれに対する正しい体位の説明を画像とコメントを見ながら簡単に確認出来る様になっている。

## 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。被験者は、大学生・大学院生 15 名で実験を行った。

### 5.1 実験概要

まずは訓練者に機器の操作説明をし、QUMARION の操作に慣れてもらった。体位管理で用いる 7 つの体位の写真を見せながら、QUMARION を動かして全ての体位を作成してもらう。その後、訓練モードを起動して今ある知識と自分の判断で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、学習モードでトリアージと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。それを終えた後、復習として再び学習モードで確認したい部分を自由に学んでもらい、総まとめとして最後に訓練モードを行ってもらった。この際、学習モードは強制ではなく確認したい部分がある時に使用する様に指示をした。

表 1 重症度判定に関する実験結果

訓練回数	判定正答率	手順正解率	総平均時間
1回目	52.0 ± 24.3%	0.0 ± 0.0%	488 ± 90 秒
2回目	78.0 ± 18.3%	70.0 ± 21.9%	433 ± 96 秒
3回目	88.7 ± 15.4%	86.0 ± 11.4%	321 ± 71 秒

表 2 体位管理に関する実験結果

訓練回数	正答率	総平均時間
1回目	30.0 ± 16.3%	252 ± 58 秒
2回目	76.7 ± 18.5%	175 ± 51 秒
3回目	87.3 ± 19.1%	138 ± 30 秒

## 5.2 実験結果

### 5.2.1 重症度判定に関する結果

まず、トリアージによる重症度判定の結果について注目する。知識がない状態での1回目の訓練とシステムを使用した学習の後である2回目、3回目の訓練を比較する。

判定の正答率について、1回目から2回目は26.0ポイント、2回目から3回目は10.7ポイント上昇し、合計36.7ポイント上昇した。また手順の正解率についても、1回目から2回目は70.0ポイント、2回目から3回目は16.0ポイント上昇し合計86.0ポイント上昇した。この正答率の高さから、システムによってトリアージの手順と判定方法を確実に学ぶことが出来ていると言える。2回目の訓練から3回目にかけても正答率が上昇していることから、覚えきれない部分や間違えた部分を訓練後の解説や学習で復習出来ていると言える。トリアージによる重症度判定の結果から、学習モードや訓練後の解説において図や説明とともに傷病者の容態の一例を出しながら学習することで、訓練者自身が頭で考えながら学習を進めていたために正答率が上昇したと考えられる。

また総平均時間に関して、1回目から2回目は55秒減少、2回目から3回目は112秒減少し、合計で167秒と大幅に短縮されていた。所要時間が減少した要因としては、トリアージにおいて重症度を判定する際に見るべき傷病者の情報とその手順を学習したため、集めなくても良い情報を収集する余分な時間が減少したことが考えられる。1回目から2回目の減少時間よりも、2回目から3回目の減少時間の方が大きい要因としては、訓練者達が普段トリアージに関して馴染みがなく、トリアージに慣れるまでに時間がかかったからであると考えられる。訓練者達の中には、傷病者の情報収集の際に「この場合はこうだから」などと判定手順を口で暗唱しながら訓練を行う者もあり、覚えたことを思い出しじっくりと考えながら訓練に望んでいる様子が見られた。

重症度判定の正答率および総平均時間について分散分析による検定を行ったところ、有意水準5%で有意差が見られた。

表 3 音声通話使用者に対するアンケート結果

項目	回答
学習モードの説明がわかりやすかった	4.9 ± 0.3
訓練後の解説は適切であった	4.5 ± 0.6
システムを使うことで学んでいる実感があった	4.9 ± 0.3
体位管理についての知識は身が付いたと思う	4.6 ± 0.5
トリアージについての知識が身に付いたと思う	4.6 ± 0.6
訓練インターフェースはわかりやすい	4.5 ± 0.6
QUMARIONを使用した訓練に違和感はなかった	4.3 ± 0.6
訓練として有意義であった(作業的でなかった)	4.7 ± 0.8

### 5.2.2 体位管理に関する結果

続いて、体位管理の結果について着目する。知識がない状態での1回目の訓練とシステムを使用した学習の後である2回目、3回目の訓練を比較する。

正答率について、1回目から2回目は46.7ポイント、2回目から3回目は10.6ポイント上昇し、合計57.3ポイント上昇した。この結果から、体位管理についても学習が出来ていると言える。全体を通して正答率が上昇した要因として、復習時にもQUMARIONを用いた実地訓練が行え、間違えた部分や曖昧な部分を訓練者の納得がいくまで確認できるためであると言える。形が似た体位や複雑な体位に関しては覚える量が多く、実践において訓練者がどの体位にするべきかを悩む様子が見られた。訓練者からは、QUMARIONを実際に手で動かして学習と訓練を行うので、画面の説明を見るだけでなくなぜこのような体位なのかなどを考えながら体で覚えることが出来るため、学習しやすかったとの意見があった。

総平均時間に関して、1回目から2回目は77秒減少、2回目から3回目は37秒減少し、合計で114秒短縮された。要因としては症状に応じた体位の作成に習熟し慣れたため、傷病者に適した体位を迅速に見極めたからであると考えられる。一人あたり約13秒で体位を決定できているので、本システムで学習したことにより適切かつ迅速に対応できる様になったと言える。

体位管理の正答率および総平均時間について分散分析による検定を行ったところ、有意水準5%で有意差が見られた。

### 5.2.3 アンケート結果

最後に、アンケート結果は以下の表3の様になった。アンケート項目は1から5の5段階評価で回答してもらった。1が悪く、5が良い結果を示す。

表3を見ると、全体として高い評価を得られたことがわかる。「システムを使うことで学んでいる実感はあったか」という質問に対する回答を見ると、訓練者自身も結果に関係なく学んでいるという自覚を持っており、丸暗記の様に作業的な学習になっていないことがわかる。本来傷病者役の人を動かして訓練する体位管理を、本システムでは人型入力デバイスQUMARIONを使用している

が、アンケートを見ると違和感はないという意見が多く実地訓練と同じ様に扱えたと言える。

また、自由記述欄には「ゲーム感覚で楽しく学べた」「人を動かさずに学べるのでじっくりと学べた」などのコメントがあり、個人のペースでの学習が確立されているとわかる。人を使わないので遠慮せずに納得するまで学習できた、という点では自治体などが開く訓練よりも優れている点であるとも考えられる。

## 6. おわりに

大規模な自然災害が発生し、救急隊なども現場へ駆けつけることが出来ない最悪の状況では、災害現場にいる一般市民たちの力で傷病者の救助活動を行う。そのような状況に直面しても自らの力で適切に対応できる様にするためには、事前に災害に対応するための訓練をして知識と技術を身につける必要がある。しかし、自治体などで開かれる災害救護訓練は人員や資機材の事前準備と個々人の予定調整が必要であり、頻繁に訓練を開催するのは難しいという現状がある。また、訓練には大人から子供まで様々な人が参加するため、一人一人の理解度やペースを配慮できずに訓練の流れが統一されており、時間や場所の制約から説明に時間を割いてしまい、実際に手を動かして学習する時間が少なくなってしまう。一人一人がある程度の基礎知識を持った状態で自治体主催の訓練に臨むことで、一からの説明は不要となり基礎訓練や応用実践に多くの時間をかけることが出来る。

そこで本研究では、人型入力デバイス QUMARION を使用した災害救護訓練システムを提案した。システムが作り出す仮定の傷病者の情報を基に市民トリアージや体位管理の基礎知識について学ぶことが出来る。また、人型入力デバイスを使用することで傷病者役の人員の必要無しに体位管理について実地訓練と同様の訓練を行うことが出来る。また、本システムには学習モードと訓練モードという二つの機能が実装されているため、訓練者は自分のペースでの学習と知識の習得の確認をすることが可能となっている。

提案システムを用いて、QUMARION を利用した災害救護訓練の有用性評価に関する実験を行ったところ、重症度および体位管理の正答率が上昇し総平均時間は減少していることから、効率の良い学習につながることを示した。以上のことから、QUMARION を使用した本訓練システムでは、トリアージおよび体位管理についての基礎知識を学び、学んだことを災害現場で活用し少しでも多くの傷病者の救命に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] 国土交通省気象庁 東海地震について (オンライン), 入手先 <http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/tokai/> (参照 2014-12-10)
- [2] 内閣府 防災情報のページ, (オンライン), 入手先 <http://www.bousai.go.jp/index.html> (参照 2014-11-02)
- [3] 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).
- [4] NHK スペシャル 阪神・淡路大震災 19 年救助が来ない巨大地震 その時あなたは, (オンライン), 入手先 <http://www.nhk.or.jp/special/detail/2014/0117/index.html> (参照 2014-1-17) .
- [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 2014-10-05) .
- [6] 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) .
- [7] Samel Otim : A Case-Based Knowledge Management System for Disaster Management: Fundamental Concepts, Proceedings of the 3rd International ISCRAM Conference (B. Van de Walle and M. Turoff, 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] 香川大学危機管理研究センター: 3 次元バーチャルリアリティ技術を用いた災害状況再現・対応能力訓練システムの開発, (オンライン), 入手先 [http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000317691.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000317691.pdf) (参照 2014-12-07)
- [10] 松井裕祐: Kinect と大型タイルディスプレイを用いたバーチャルリアリティ避難訓練体験システム, 中央大学大学院研究年報 理工学研究科篇第 43 号, (オンライン), 入手先 <http://ir.c.chuo-u.ac.jp/repository/search/binary/p/5276/s/2678/>
- [11] 三上剛人: 緊急・応急処置 Q&A, 日本看護協会出版会 (2013)
- [12] 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 2014-10-05)