

電子トリアージ訓練における ARを用いた動的な傷病者情報表示手法

安藤 禎晃^{1,a)} 高橋 祐樹^{1,b)} 岡田 謙一^{2,3,c)}

概要：大規模災害時に多数の傷病者が発生した場合、限られた医療資源を最大限活用するために重症度や緊急度に応じて治療優先度を決定するトリアージと呼ばれる手法が救命活動に導入されている。また現在では、紙製であったトリアージタグを電子化し、傷病者の容態をリアルタイムに把握する研究が行われている。加えて、災害現場において迅速かつ正確なトリアージを行うためには日常的な訓練が必要である。しかし現状の訓練では傷病者情報の変化を考慮していない、実施の際に手間がかかるという問題点が指摘されている。我々はこの点に関して、訓練シナリオの作成を支援し、傷病者情報を動的に変化させてAR表示させるシステムを構築した。評価実験から、シナリオの作成および傷病者役の人の用意の手間をかけずに、かつ傷病者の容態変化を考慮したトリアージ訓練の実施が可能であることを確認した。このことにより、より容易かつ実践的なトリアージ訓練を行い、多くの傷病者を救命することができると期待する。

キーワード：電子トリアージ、トリアージ訓練、AR、電子タグ、インタフェース

Dynamic Injured Person Information Display System with Augmented Reality in Electronic Triage Training

YOSHIAKI ANDO^{1,a)} YUKI TAKAHASHI^{1,b)} KEN-ICHI OKADA^{2,3,c)}

Abstract: When many injured persons occur in large-scale disaster, lifesaving techniques brings in triage which determine the priority of treatment by urgency and severity to make the most of limited resources. Therefore, there is a study to computerize paper triage tag and understand the condition of injured person in real time currently. Besides, it is necessary to do common training to perform rapid and accurate triage at disaster site. However, in the current training there are problems of not taking into account the change of injured person information and taking more effort to perform. In this regard, we constructed a system to assist creating the training scenario and displaying with AR by changing injured person information dynamically. From the experiment, it was confirmed that it is possible to do triage training with considering the change of the condition of injured person and without taking effort to creating scenario and preparing the human of the role of injured person. We expect that this system enables medical care workers to do practical triage training easily and rescue many injured persons.

Keywords: Electronic triage, Triage training, AR, Electronic tag, Interface

¹ 慶應義塾大学大学院 理工学研究科
Graduate School of Science and Technology, Keio University
² 慶應義塾大学 理工学部
Faculty Science and Technology, Keio University
³ 独立行政法人 科学技術振興機構 CREST
Japan Science and Technology Agency
a) ando@mos.ics.keio.ac.jp
b) takahashi@mos.ics.keio.ac.jp
c) okada@z2.keio.jp

1. はじめに

多数の傷病者が発生する大規模な災害時には、全ての傷病者に対して十分な治療を行うことが難しい。災害現場では限られた医療資源を最大限に活かすために、重症度や緊急度に応じて治療優先度を決定するトリアージと呼ばれる手法が用いられている。また、現状では紙製のトリアー

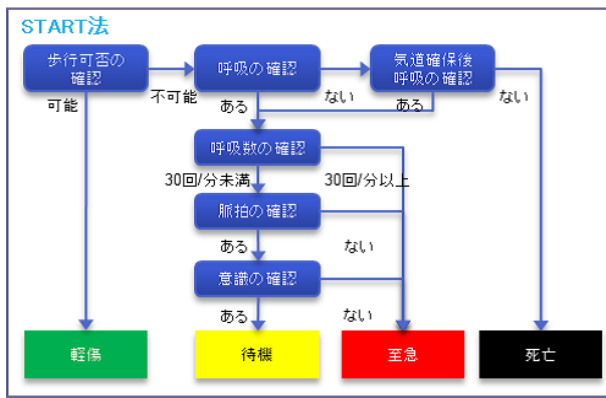


図 1 START 法

ジタグが一般的であるが、リアルタイムに情報を取得できる電子トリアージタグの研究もまた進められている。しかし、大規模な災害は頻繁に起こるものではないため、迅速かつ正確なトリアージを行うためには日常的に訓練を行う必要がある。現状のトリアージ訓練では、医療従事者は症状や生体情報が記載された紙を見ながら傷病者がどの色のタグに当てはまるかを決定し、各色のトリアージテントに搬送するまでを行っている。しかし、現状の訓練では傷病者の生体情報が変化しないために実際の傷病者とは異なる点、訓練の実施に関して多くの人間を集め、あらかじめ膨大なシナリオを作成しておかなければならないため手間がかかる点が問題点として指摘されている。このような背景から本研究では、電子トリアージ訓練におけるARを用いた動的な傷病者情報表示手法を提案した。本システムでは、まず訓練シナリオの作成を支援するGUIツールを作成する。次に、作成したシナリオ情報を傷病者役の人の代わりに用いるARマーカーに格納し、疑似的に作成した動的な生体情報を医療従事者が持つ携帯情報端末の画面上に表示する。このことにより、容易かつ実践的なトリアージ訓練の実施を支援する。

2. トリアージにおける救命活動

2.1 災害現場におけるトリアージ

災害が発生した場合、限られた医療資源の中でできる限り多くの傷病者を救命するために、迅速かつ正確にトリアージを行う必要がある。優先度を平等かつ迅速に決定する手法として、日本では現在START法と呼ばれる、呼吸数や脈拍数から傷病者の優先度を決定するアルゴリズムが採用されている。図1にそのアルゴリズムを示す。START法によって傷病者は以下の4つのカテゴリーに分類される。[1]

- [黒] 死亡群 (0)
すでに死亡している、もしくは現状の医療資源では救命不可能なもの。
- [赤] 最優先治療群 (I)
生命に関わる重篤な状態だが、迅速な処置によって救

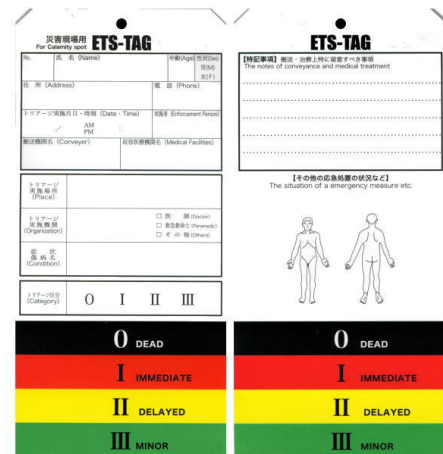


図 2 トリアージタグ

命の可能性のあるもの。

- [黄] 待機的治療群 (II)
今すぐに生命に関わる重篤な状態ではないが、早期に処置が必要なもの。
- [緑] 軽症群 (III)
専門的な処置を必要とせず、救急での搬送の必要がない軽症なもの。

医療従事者はまず傷病者をこの4つに分類し、結果を図2に示すトリアージタグに記入する。タグには傷病者の性別や年齢、トリアージ実施日時、担当者などの記述欄があり、決定された優先度に応じた色が最下部になるよう不要な色のマーカーを切り取った上でタグを傷病者の右腕に装着する。ここまでの、最初に傷病者のトリアージを行う1次トリアージである。さらに、一度トリアージを行った後も時間とともに傷病者の容体は変化する可能性があるため、複数回のトリアージを行う必要がある。そのため、1次トリアージの結果をもとに運ばれた各色のテント内において、解剖学的所見、受傷機転、災害弱者といった情報を加味した2次トリアージを行う。このうち、解剖学的所見は、症状のうち特に注意をしなければならないもの、受傷機転は、傷病者がどのようにしてその症状を負ったか、災害弱者は、健康な人よりも注意が必要な人のことを指す。トリアージの際、本来は赤タグ相当の症状にも関わらず黄タグを装着されてしまうとといったことが起きると、優先順位が変わってしまい、トリアージが適切であれば救命できたはずの傷病者を救命できなくなってしまうことが起こりうるため、日常的に訓練を行いトリアージの迅速さと正確さを両立させておく必要がある。

2.2 電子トリアージの導入

現在のトリアージにおいては紙製のタグが用いられているため、各傷病者の生体情報をリアルタイムに取得し共有することが困難である点や、タグが血液や泥によって読みにくくなることが多い点が指摘されている。そこで近年で

は、携帯情報端末やセンサを用いてトリアージを電子化する研究が進められている。米国においては、RFID センサを用いて傷病者の心拍などの情報を医療従事者が持つ携帯情報端末に送信して災害時の医療活動に役立たせる研究が行われている。ハーバード大学とボストン大学が行っている CodeBlue プロジェクトでは、各種のセンサを用いて傷病者の心拍などの情報を端末に発信させ、災害時の医療活動に役立たせている。[2][3] また、国内においても、戦略的創造推進事業 CREST、先進的統合センシング技術領域「災害時救命救急支援を目指した人間情報センシングシステム」のプロジェクトの下、トリアージの電子化が進められ、生体情報の取得やアドホックネットワークの構築が行われている。[4] 他にも、トリアージタグに RFID を埋め込むことで傷病者情報の収集の自動化や、広域の災害医療情報の共有を目指した救急トリアージシステムが研究されている。[5][6]

2.3 トリアージ訓練の現状

阪神・淡路大震災を皮切りに、日常的に災害訓練を行おうという意識が高まっている。また、JR 福知山線脱線事故や秋葉原連続殺傷事件などを通してトリアージ活動が広く認識されるようになり、災害を想定したトリアージ訓練も行われるようになった。現状のトリアージ訓練では、まず傷病者役の人が症状や生体情報が記載された紙を所持し、傷病者になりきるために外傷キットなどで扮装して症状に応じた演技を行う。次に、医療従事者はそれらを見ながらどの色のタグに当てはまるかを決定し、各色のトリアージテントに搬送するまでを行う。[7] また、トリアージの電子化が現在行われている中で、大阪府総合医療センターではトリアージ結果の入力にスマートフォンを用いた訓練を行い、一定の成果を得ている。[8] 加えて、実動型訓練ではなく机上訓練としてエマルゴ演習と呼ばれるものがある。これは、ホワイトボードを災害現場や本部に見立てて、傷病者や医療従事者代わりのマグネットを動かすことで、災害時のトリアージの流れを視覚的に理解するものである。[9]

このように数々のトリアージ訓練が行われているものの、現状ではいくつかの問題点が存在している。まず、災害現場においては傷病者の容態が急変することがあるが、現状の訓練では情報が紙に書かれていて変化せず、形式的な処置にとどまっている。さらに、訓練を実施する際には傷病者役として多くの人間を集め、それぞれの症状に扮装したのちに演技指導を行うなど大きな手間がかかってしまう上に、医療従事者や傷病者役の人に事前に渡される訓練シナリオの作成にも多大な時間がかかる。一方では傷病者役の人が不要なエマルゴ演習においても、あくまで机上であるため臨場感に欠ける点が指摘されている。

3. 電子トリアージ訓練における傷病者情報を動的に変化させる AR 表示手法

災害時にトリアージを行うに当たっては、日常的に訓練を行い経験を積んでおくことが非常に重要である。そのためには、傷病者の容態変化を考慮した生体情報を疑似的に作成すること、多くの人間を必要とせず、またシナリオ作成にも大きな手間をかけずに訓練が実施可能であることが必要な要件として挙げられる。

3.1 想定環境

今回提案するシステムでは、解剖学的所見、受傷機転、災害弱者の情報を踏まえて行う 2 次トリアージを想定している。現在のトリアージ訓練では 2 次トリアージをほとんど考慮していないため、このように設定した。災害規模は JR 福知山線の事故などの中規模のものを想定する。

3.2 動的な生体情報の生成

訓練においては傷病者の生体情報の取得が重要になるが、実際には健常者が傷病者のふりをしてしているために正常な値しか取得できず、紙に書かれた変化しない情報を用いている。そこで、電子トリアージタグに疑似的に生体情報を発生させ、その値を時間的に変化させることで動的な傷病者情報を提示する。トリアージにおいて必要になる生体情報とは、呼吸数、脈拍数、SpO₂ (血中酸素濃度) の値である。各タグ色相当の値は順天堂大学医学部の救急救命医師との議論の結果以下のように決定した。

- 黒タグ相当
呼吸:0 脈拍:0 SpO₂:0
- 赤タグ相当
パターン 1 ⇒ 呼吸:10 未満, 30 以上 脈拍:20-150 の間 SpO₂:90-99%(意識あり, またはなし)
パターン 2 ⇒ 呼吸:1-50 の間 脈拍:50 未満, 120 以上 SpO₂:90-99%(意識あり, またはなし)
パターン 3 ⇒ 呼吸:1-50 の間 脈拍:20-150 の間 SpO₂:90-99%(意識なし)
- 黄・緑タグ相当
呼吸:10-30 脈拍:50-120 SpO₂:95-99%

また、これらの生体情報においては、呼吸:50 回/分以下、脈拍:150 回/分以下、SpO₂:100%以下に設定し、現実にはありえない値が生成されないようにしている。さらに、単位時間あたりにおける差分を、呼吸:10 回/分以下、脈拍:20 回/分以下、SpO₂:1%以下に設定することで、実際には起こりえない急激な変化を排除している。なお、赤タグ相当の生体情報を発生させる場合には 3 つのパターンがあり、意識がある場合とない場合、呼吸を制限する場合と、脈拍を制限する場合で分けている。

3.3 傷病者情報のARマーカーへの登録

訓練は頻繁に行って習熟度を高める必要があるため、手間をかけずに容易に実施可能であることが重要である。そこで、訓練の際に用いられるシナリオ情報をあらかじめARマーカーに格納する。ARマーカーは簡単に用意し、現実空間の好きな場所に配置することができるため、従来の問題点であった傷病者役の人を集める手間を削減する。加えて、医療従事者が持つ端末のカメラを用いてARマーカーを認識した際に、取得したARマーカーの番号を傷病者のIDと連携させ、従来は紙に記載されていたシナリオ情報を画面上に表示させる。これにより、生体情報を上記のように時間的に変更することで動的な情報提示が可能となる。

3.4 訓練シナリオの設定項目

訓練では、傷病者の人数や傷病例を変えて様々な状況の災害現場を再現する必要がある。そこで、傷病者情報を様々に変更することで訓練シナリオの多様化を実現させる。トリアージに必要とされる傷病者情報には、タグ色、傷病者の名前、年齢、性別、生体情報としては、呼吸数、脈拍数、SpO2、意識の有無、歩行の可否、急変の有無がある。なお、急変とはトリアージタグの色が黄色から赤色、もしくは緑色から赤色に相当する症状へ遷移した場合と定義する。傷病者情報や生体情報は1次トリアージにおいて必要とされるが、2次トリアージにおいてはこれらに加えて、解剖学的所見、受傷機転、災害弱者の選別を踏まえて判断する必要がある。救急救命医師との議論の結果決定した具体的な項目を表1に示す。

解剖学的所見においては、赤（最優先治療群）に分類されるべきであり、特に重症度が高い穿通性外傷のような症状を選択する。受傷機転は、2次トリアージにおいては体幹部の狭圧のように急変の可能性が高いものを見極める必要がある。最後に、妊婦であるか、歩行ができるかどうかといった災害弱者を選別していく。例え1次トリアージ結果において生体情報のみでは黄（待機的治療群）や緑（軽傷群）に相当していても、これらの症状は優先して治療を行う必要がある。そのため、これらの症状の画像とそうではない画像を用意し区別を可能にさせる。加えて、余分な文字情報を避けるために傷病者の性別や年齢層といった視覚的に即座に判断可能なものは画像で表示する。これらの情報を見極め、正確なトリアージを行うことができるようになることが訓練の目的となる。

3.5 質問項目

傷病名の判断は、医療従事者が一見しただけでは下すことができない。加えて、受傷機転や災害弱者の情報は触診や問診を行って判断するため、これらの項目の判断のために質問項目を用意して必要な情報を選択していく。現状の訓練で行われている問診をもとに生理学的項目、解剖学的

表 1 2次トリアージ入力項目

分類	判断項目	タグ色
解剖学的所見	開放性頭蓋骨陥没骨折 外頸静脈の著しい怒張 フレイルチェスト 頸部、胸部の皮下気腫 開放性気胸 腹部膨隆、腹壁緊張 骨盤骨折 両側大腿骨骨折 四肢切断 四肢麻痺 穿通性外傷 デグロービング損傷 15%以上の熱傷 顔面気道熱傷合併	[赤] 最優先治療群
受傷機転	体幹部の狭圧 高所墜落 有毒ガス発生 爆発 異常温度環境 汚染（NBC） 1肢以上の狭圧（4時間以上）	[黄] 待機的治療群
災害弱者	子供 妊婦 病人 老人	

表 2 質問項目とその応答例

質問項目	応答例
意識はありますか？	あります ・・・
歩けますか？	歩けます 歩けません
体温が下がっていますか？	非常に寒いです 平常です
怪我の箇所は？	右手です 両足です 顔です
怪我をした範囲は広いですか？	肘から先です 下半身全体です
怪我をした時の状況は？	右腕を瓦礫で圧迫されました 建物の2階から落ちました 爆発に巻き込まれました
現在治療中の病気がありますか？	ありません 糖尿病を患っています
妊娠していますか？	しています していません

項目、受傷機転、災害弱者のそれぞれに対応した質問を用意することで、医療従事者が必要だと判断したものを選択し、傷病者が回答するといった問診形式のインタラクティブなシステムを提案する。今回用いる質問項目とその応答例を表2に示す。

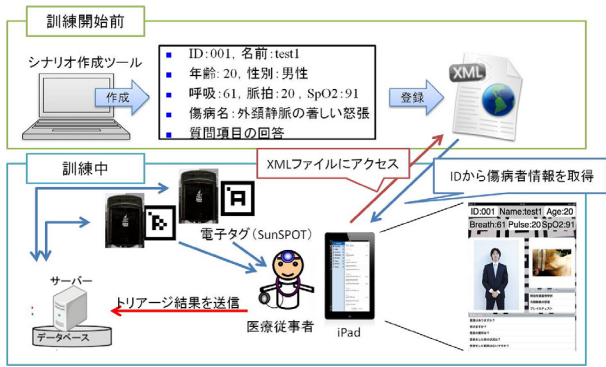


図 3 システム構成

ID	呼吸数	脈拍数	SpO2	ID	呼吸数	脈拍数	SpO2	ID	呼吸数	脈拍数	SpO2
ID-1 氏名: コジマ 年齢: 24 性別: 女性	15	58	97	ID-2 氏名: タカハシ 年齢: 20 性別: 女性	23	108	96	ID-3 氏名: アンドウ 年齢: 21 性別: 女性	22	92	96
ID-4 氏名: スズキ 年齢: 22 性別: 女性	23	77	97	ID-5 氏名: ヒダカ 年齢: 20 性別: 女性	23	115	96	ID-6 氏名: マツダ 年齢: 20 性別: 女性	19	95	99
ID-7 氏名: マツダ 年齢: 20 性別: 女性	26	83	99	ID-8 氏名: マツヤマ 年齢: 20 性別: 女性	14	91	97	ID-9 氏名: 山本 年齢: 20 性別: 女性	28	56	97
ID-10 氏名: 山本 年齢: 20 性別: 女性	24	78	97								

図 5 全傷病者情報の一覧表示

4. 提案システムの実装

4.1 システム構成

図 3 に本システムの全体構成を示す。まず、訓練時に使用する傷病者情報のシナリオを作成し、AR マーカーが装着された各電子タグに格納する。今回、電子トリアージタグとして、Zigbee を用いて無線通信が可能な SunSPOT を使用する。SunSPOT にはそれぞれ固有 ID が割り振られており、傷病者 ID や AR マーカーの番号と対応させることで情報を一括管理する。訓練の間、電子タグはシナリオに応じた動的な生体情報を疑似的に作成し、情報管理サーバでと一定間隔で送信する。作成したシナリオは xml ファイルとして保存しておき、必要に応じていつでも変更が可能である。医療従事者が持つ携帯情報端末のカメラを用いて AR マーカーを認識すると、xml ファイルとの通信を開始する。その際、取得した AR マーカーの番号と xml ファイルに登録された番号を照らし合わせ、一致した番号の傷病者情報が文字および画像で表示される。医療従事者は携帯情報端末とのインタラクションを通して、トリアージ訓練を実施する。なお本システムの実装には、JavaScript を用いて iOS の開発が可能な Titanium Studio 1.6.2 を使用した。

4.2 訓練シナリオ作成インターフェース

訓練を実施する際にあらかじめ多くの設定項目を入力することは現状では大きな手間となる。そこで、我々は PC 上で素早く入力できる GUI ツールを設計した。図 4 にその訓練シナリオの作成画面を示す。

入力に当たっては、まず初めに氏名、年齢、性別、タグ色、傷病名、歩行の可否、意識の有無、急変の有無、呼吸数、脈拍数、SpO2 の初期値を設定する。この時、傷病名、歩行の可否、意識の有無の項目が選択したトリアージタグ色に応じたものに変更され、相応しくない選択肢は除外される。例えば赤タグを選択した場合には、歩行不可、意識なし、傷病名には穿通性外傷やフレイルチェストのような解剖学的項目における赤タグ相当のものが選択肢として

選べるようになる。選択項目に応じて入力候補を絞ることで、実際の傷病者とは異なる症状を持つことがないようにする。次に、”急変する”を選択した場合には、いつ急変するか細かい設定を可能にする。訓練開始から何分後にどの傷病者の症状がどのように悪化するかを設定することで、急変者の発見を想定した訓練の実施が可能である。このように傷病者それぞれの設定を決めた後、画面左下にある”追加”ボタンを押すと右側のテーブルにその情報が加わる。訓練において必要になる人数分のデータをテーブルに追加することで、訓練の規模を自由に設定することが可能となる。仮に作成した傷病者情報に誤りがあったために編集または削除したい時は、該当する傷病者を選択した後に”編集”または”削除”ボタンを押す。その後、電子タグである SunSPOT それぞれに割り当てられた識別 ID アドレスの中から送信したい SunSPOT のアドレスを選択し、”送信”ボタンを押す。すると、指定された SunSPOT に傷病者情報が送信され、白色の LED が点灯することでシナリオの作成が完了となる。作成したシナリオは xml ファイルとして保存され、訓練実施者側の PC には図 5 のように表示され、訓練中はいつでも確認が可能である。また、xml ファイルを書き換えることで、急な変更にも対応できる。

4.3 傷病者情報の表示

訓練を開始すると、医療従事者はまず携帯情報端末のカメラを用いて AR マーカーを認識する。読み取った AR マーカーの ID 番号と事前に作成した xml ファイル内のデータを照らし合わせ、対応した番号の傷病者情報を取得する。この際、傷病者情報の取得を行うのは AR マーカーを認識している間のみとした。理由として、医療従事者が診断を行う際は傷病者に近づいて行うことが自然であるためである。そのため、一度カメラを向けて認識した後に傷病者の元から離れてトリアージを行う状況は起こり得ないと判断した。また、同じマーカーを複数用意することで、認識のちらつきを最小限に抑えた。次に、傷病者情報を



図 4 訓練シナリオ作成画面



図 6 傷病者情報表示画面

取得した後は、携帯情報端末上の画面に AR 表示を行う。図 6 にその表示画面を示す。

情報の配置に関しては、画面全体を 5 つに分割して行う。傷病者の名前や年齢などの個人情報および呼吸数、脈拍数、SpO2 の値などの生体情報は、画面上部に文字として表示する。また、画面中央左には傷病者の容姿を表示する。少年、青年、中年、老人の年齢層と、男女の性別によって表示する画像を変更し、視覚的に判断しやすいようになっている。画面中央右上には症状を画像で表したものを、画面中央右下にはその傷病名を選択するリストを表示する。症状の画像はシナリオに登録された傷病名から一致するものを決定し、表示する。傷病名のリストには表 1 に示した解剖学的所見に含まれるものを用意し、それ以外のものはその他として一つにまとめて選択する。画面下部には取得した



図 7 傷病名選択後の画面

傷病者情報に対する質問項目を表示する。質問項目を選択して得た情報から、医療従事者は傷病名を決定する。

4.4 質問項目の選択

傷病者情報を取得した後は、画面下部の質問項目を選択することで、表 2 に示した質問項目から傷病者の症状やシナリオに応じた応答を得る。質問項目はすべての項目を選択する必要はなく、医療従事者が必要と判断した項目のみを選択することで、解剖学的項目、受傷機転、災害弱者の 2 次トリアージに必要な情報を得ることができる。本システムで行うことは、あくまで表示された情報および質問項目を選択して得た応答から、傷病者の症状を決定することまでである。そのため、これらの情報をもとに改めてタグ色を決定する必要がある。そこで、次に実際に 2 次トリアージの結果入力を行うか、繰り返し他の傷病者の情報を見るかを選択することができる画面をポップアップ表示する。この画面を図 7 に示す。

実際にトリアージの結果入力を選択した場合、先行研究によって開発された 2 次トリアージにおける傷病者情報の

表示画面に遷移し、傷病者情報の記入を行う。[10] 他の傷病者を見ることを選択した場合は、そのままカメラ画像に戻って他の AR マーカーの認識を行う。これらの画像および質問より得た情報により、実践的なトリアージの訓練が可能になる。

5. 評価実験

5.1 シナリオ作成 GUI ツールの有用性

5.1.1 実験概要

本提案におけるシナリオ作成 GUI ツールの有用性の評価を行った。被験者は医療知識を持たない学生 10 人であり、以下に示す条件に基づいて、提示された傷病者情報からシナリオを作成した。傷病者情報については順天堂大学医学部の協力のもと実施した訓練に基づいている。

- 傷病者人数
全部で 15 人分の傷病者情報を作成。内訳は黒タグ 1 人、赤タグ 6 人、黄タグ 5 人、緑タグ 3 人である。
- 歩行の可否
緑タグの場合のみ”可”，それ以外は”不可”とする。
- 意識の有無
黒タグ、赤タグの場合は”意識なし”，黄タグ、緑タグの場合は”意識あり”を選択する。
- 急変情報
黄タグ、緑タグの場合のみ”する”が選択可能であり、その場合急変する時間を設定する。急変する傷病者は黄タグの 1 人のみであり、時間は訓練開始から 5 分後とする。

5.1.2 結果及び考察

シナリオ作成までにかかった時間は平均 655.7 秒であり、傷病者 1 人あたりでは 43.7 秒であった。本提案の GUI ツールによって非現実的な症状の傷病者を作成してしまうことを防止できたため、被験者が医療知識に乏しい学生であっても訓練に用いられるシナリオを迅速に作成することができたとと言える。

次に、標準偏差については 103.47 という結果を得た。この結果については、入力結果を確認することに費やす時間のばらつきが原因として挙げられる。しかし、この点を踏まえても傷病者 1 人あたり 1 分以内での作成が可能であるため、急な傷病者の追加や変更にも迅速に対応することが可能であると言える。

さらに、以下の表 3 にシナリオ作成 GUI ツールのユーザビリティについてのアンケート結果を示す。各項目を 5 段階評価で行い、5 が一番良いものとする。

各項目において非常に高い結果が得られているため、優れたユーザビリティがあると言える。以上の結果から、シナリオ作成 GUI ツールの有用性を確認した。

表 3 シナリオ作成に関するアンケート結果

アンケート項目	5 段階評価
シナリオの作成を容易に行うことができたか	4.7
選択肢の制限は役に立ったか	4.6
インタフェースの理解は容易であったか	4.8
タスクに集中することができたか	4.7
疲労を感じずに行うことができたか	4.8

傷病者情報001


ID:001	名前:イイジマ	
性別:女	年齢:30	
呼吸数:30回/分	脈拍数:110回/分	
SPO2:91%		
備考: 建物が崩れた際に巻き込まれて瓦礫に挟まれた模様。胸部を圧迫されていたようで、意識ははっきりしているがこちらに歩いてきた際に呼吸困難を訴えている。目立った外傷や出血はないものの、首元が膨らんでいるのが見て取れる。		

図 8 評価実験用シナリオ

傷病者情報001

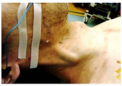
ID:001	名前:イイジマ	
性別:女	年齢:30	
呼吸数:30回/分	脈拍数:110回/分	
SPO2:91%		

図 9 結果測定用シナリオ

5.2 AR を用いたトリアージ訓練の有用性

5.2.1 実験概要

提案システムを用いた訓練の有用性に関する評価を行った。AR を用いた提案システムがどれだけ訓練の習熟度に影響を与えるかといった点に関して、紙に書かれたシナリオを見て行う訓練と、提案システムによる訓練を比較した。被験者は医療知識を持たない学生 10 人であり、実験の流れは以下の通りである。

- 被験者に解剖学的項目に当てはまる傷病名についての説明を行う
→事前に紙を配り認識してもらう
- 被験者を均等に 2 つのグループに分ける
- グループ 1 は図 8 に示すようなシナリオ用紙 10 枚使用
→正答率や時間は測定せずに、傷病名の決定と答え合わせを繰り返す
- グループ 2 は提案システムと AR マーカー 10 個使用
→正答率や時間は測定せずに、傷病名の決定と答え合わせを繰り返す
- 少し時間をおいた後、図 9 に示すような画像と傷病者の個人情報および生体情報のみが記載された紙を各グループに 10 枚配布し、習熟度の確認を行う
- 被験者は傷病名の決定に必要なだと考える質問を実施者に行い、実施者はあらかじめ登録された質問に対する

応答のみ行う

- 画像および質問から得られた情報をもとに傷病名を決定し、正答率と時間を測定する

5.2.2 結果及び考察

結果は以下の表 4 の通りである。

	紙	提案システム
正答率	74%	86%
1つあたりにかかった時間	55.7 秒	45.9 秒

まず、正答率に着目すると提案システムを用いた訓練を行った被験者が 12 ポイント上昇していることが分かる。紙では必要な情報は文字で全て記載されているため、習熟度の確認を行う際には必要な情報を選択して質問を行うことができなかつたものと考えられる。提案システムを用いた場合には、自分で質問項目を選択するため把握が容易であり、適切な質問を行うことができたと言える。

次に、1つあたりにかかった時間について着目する。紙では文字で記載されている情報から必要な情報を選択し、どういった形で質問をするかを考えるプロセスが必要になるために、傷病名の決定に時間がかかってしまう。一方で、提案システムを用いた場合には、被験者は訓練の際に質問項目の選択を行うことで必要である情報とそうでない情報を素早く選択することができるようになっていたため、素早く質問を行い判断につなげることができたと言える。

以上の結果から、AR マーカーを用いた訓練には、紙と違って表示されている項目から必要な情報を選択していくという点で有用性があることを確認した。なお、本システムはあくまでプロトタイプであり、用いた傷病者情報については病院関係者が用いたものを参考に設定したものの、医療知識のない学生を被験者としているため、医療従事者を対象とした訓練を実施するためには多くのフィードバックをいただく必要があると考えている。

6. おわりに

近年、災害現場において最大多数の傷病者を救命するための手法として、重症度や緊急度に応じて治療優先度を決定するトリアージと呼ばれる手法を採用している。現状ではより効率の良いトリアージを目指して電子化が行われているが、トリアージを最大限活用するには医療従事者自身が日常的に訓練を行っておく必要がある。しかし、現状の訓練においてはいくつかの問題点が存在する。1つは、傷病者の生体情報は紙にかかれており変化しないために再現性に乏しい点、もう1つは訓練の実施にあたり多くの傷病者役の人を集め症状に応じた演技指導を行い、さらに膨大なシナリオ情報を作成するために手間がかかってしまう点である。そこで本研究では電子トリアージ訓練における

AR を用いた動的な傷病者情報表示手法を提案した。まず、訓練シナリオの作成を支援する GUI ツールを作成し、傷病者役の人の生体情報を疑似的に発生、時間的に変化させる。さらに、これらの情報を傷病者役の人の代わりに配置した AR マーカーに格納し、医療従事者が持つ携帯情報端末の画面に表示させる。評価実験を行ったところ、訓練シナリオ作成 GUI ツールにより容易にかつ素早くシナリオの作成が可能になり、また傷病者役の人の代わりに用いた AR マーカーから動的な傷病者情報を取得し表示させた訓練の有用性を確認した。以上の結果から、容易に実践的なトリアージ訓練が可能になり、ひいては多くの傷病者の救命に繋がることを期待する。

謝辞 この研究の一部は独立行政法人科学技術振興機構 (JST) の戦略的創造研究推進事業 (CREST) の支援により行われた。また、本研究は順天堂大学医学部附属浦安病院救急診療科から協力を得て行われた。

参考文献

- [1] 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).
- [2] Gao, Tia, Tammara Massey, Will Bishop, Daniel Bernstein, Leo Selavo, Alex Alm, David White, and Majid Sarrafzadeh, "Integration of Triage and Biomedical Devices for Continuous, Real-Time, Automated Patient Monitoring". 3rd IEEE-EMBS International Summer School and Symposium on Medical Devices and Biosensors (ISS-MDBS 2006). Boston, MA. September 2006.
- [3] David Malan, Thaddeus Fulford-Jones, Matt Welsh, and Steve Moulton, "Code-Blue: An Ad Hoc Sensor Network Infrastructure for Emergency Medical Care" in Proceedings of International Workshop on Wearable and Implantable Body Sensor Networks, 2004, pp.203-216
- [4] CREST 戦略的創造研究推進事業: 先進的統合センシング技術「災害時救急救命支援を目指した人間情報センシングシステム」
<http://www.jst.go.jp/kisoken/crest/ryoiki/bunya02-1.html>
- [5] 沼田宗純, 秦康範, 大原美保, 目黒公郎, "広域災害医療情報を共有するための IT トリアージシステム (TRACY) の開発", 土木学会論文集 F5, vol.67 no.1, pp.67-77, 2010 年 5 月.
- [6] 園田章人, 井上創造, 岡賢一郎, 藤崎伸一郎: RFID を利用した救急トリアージシステムの実証実験, 情報処理学会論文誌, Vol. 48, No.2, pp.802-810, 2007.
- [7] "集団災害訓練 = プレホスピタルにおける本格的救急処置訓練とトリアージ ="
<http://gioca.sakura.ne.jp/catherine/chunou/toriage.html>
- [8] 大阪府立急性期・総合医療センター「災害訓練 (スマートフォンを用いた電子トリアージ)」
<http://www.osaka-pgmc.com/hosp/blog/2012/01/post-3.html>
- [9] 三重県立総合医療センター「エマルゴ・トレーニングシステム TM を用いた演習の実施」
http://www.pref.mie.lg.jp/SOGOHOS/HP/hospital/hosbousai_kunren/
- [10] 高橋祐樹, 長橋健太郎, 小嶋洋明, 岡田謙一, "2 次トリアージを用いた傷病者情報管理システムの提案", 第 78 回 GN 研究会, Vol.2011-GN-78 no.4, pp.1-8, 2011 年 1 月.