

災害現場におけるトリアージを用いた傷病者情報入力端末の提案

長橋 健太郎[†] 杉山 阿葵[‡] 栖関 邦明[‡] 岡田 謙一[§]

概要:

災害時の救急救命活動において、多くの場合に医療を行うための人的、物的資源が不足する。従って同時に多数発生した傷病者の治療の優先順位の判定、医療救護施設への迅速かつ確実な搬送、搬送先の医療機関における適切な医療の一連の3つの活動は救急救命において非常に重要である。この際、傷病者の中から早期に治療を要する重症患者を発見し早期に適切な治療を受けさせることで、限りある医療資源を効率よく利用しより多くの人命を救うことができる。近年、特に緊急に治療を必要としない軽症患者や中等症患者の治療を一次的に遅らせることや、緊急度が高く助かる見込みのある傷病者の治療を優先するトリアージと呼ばれる手法が災害時救急救命において導入されてきている。我々は治療優先度を決定するために必要な各傷病者情報を把握するため、傷病者情報入力端末を利用し傷病者情報を迅速に入力するシステムを提案した。これにより現場の救急救命活動の迅速化が期待される。

Proposal of Wound Person Information Input Terminal using Triage System at Disaster Scene

Kentaro Nagahashi[†], Aki Sugiyama[‡], Kuniaki Suseki[‡], Ken-ichi Okada[§]

Abstract: In emergency aid procedures at the time of the disaster, person and equipment to perform medical care are short in most cases. Therefore, when there are a lot of injured people at the same time, three activities are very important for medical aid. The three activities are to decide the priority of the treatment, to perform appropriate medical care and to transport surely, and to care appropriately at medical agency. To discover seriously patients who need treatment early and give appropriate it enables to save many people and use limited health resources efficiently. Recently, ambulance crews do triage that is the method of deciding the priority of the treatment to care injured persons at the time of disaster. We need to know each wound person for deciding treatment priority. Then, we proposed system that promptly inputs wound person information by wound person information input terminal. This system enables speedy emergency aid procedures.

1. はじめに

世界では多くの死傷者が発生する自然災害・テロ・人的な事故などが毎日のように生じている。アメリカで生じた通称 9.11 と呼ばれる貿易センタービルの飛行機衝突爆破テロや中国で起きた四川省地震などが代表例である。そしてこのことは日本でも例外ではない。日本は島国という特殊な地形がら、数多くの自然災害に見舞われてきた。その中でも特に脅威となっているのが地震である。例として、近年では神戸で発生した

阪神淡路大震災や新潟県で発生した新潟県中越沖地震が記憶に新しい。また人的ミスによるJR福知山線脱線事故や、秋葉原での連続殺傷事件など多量の死傷者が発生する事件も相次いでいる。そこで、以上のような多くの死者や傷病者が発生する自然災害・事故・事件では物的被害が膨大となるため、いかに政府などの社会インフラを安定させて救急隊員による医療や救護態勢などを整えていくかが、被害を最小限におさえていくための最大の鍵となってくる。これまでの日本においては、医療従事者は災害時に避難所の仮設医療所や巡回診察を行ってきた。現在より災害医療の充実を図るために、事前に救護訓練などのトレーニングを受けた災害現場に向かう医療救護チームを組織する動きが高まっている。災害医療センターではアメリカなどの先進国を見習い、DMAT と呼ばれる「機動力のある、トレーニングを受けた、医療チーム」を組織し、

[†] 慶應義塾大学理工学部

Faculty of Science and Technology, Keio University

[‡] 慶應義塾大学大学院理工学研究科

Graduate School of Science and Technology,
Keio University

[§] 独立行政法人 科学技術振興機構

JST

災害時救急救命活動において、同時に多数発生した負傷者の治療の優先順位の判定、医療救護施設への迅速かつ確実な搬送、搬送先の医療機関における適切な医療の一連の3つの重要な活動を担っている¹⁾。しかしながら災害時救急救命活動を行う際、医療を行うための人員や物的資源の不足が生じる。そこで、多くの傷病者の中から同期に治療を要すると考えられる重症患者を発見し、適切な治療を行うことで限りある医療資源の効率化ができ、より多くの人命を救助することができる。このため、特に緊急を要する治療を必要としないような軽症患者や中等症患者を一時的に遅らせることや、緊急度が高く助かる可能性のある傷病者をトリアージ（選別）することが災害時救急救命において実施されている²⁾。

以下、まず第2章では先に述べたトリアージについての概要と、それをを用いた災害時救急名活動の例について述べる。第3章では現状のトリアージに基づく医療活動の問題点について述べ、それを解決するために発展した情報機器を用いた活動支援に関する研究例について述べる。さらに、これらの研究に残された課題についても検討する。第4章では問題点を解決するための本研究の概要について述べ、第5章では提案システムの実装について述べる、最後に第6章を本研究のまとめとする。

2. トリアージに基づく医療活動

2.1 トリアージの概要

災害時救急救命の際、日本では傷病者の緊急度や重症度を4段階に分類している。表1に一般的なトリアージカテゴリーを示す。

色	優先度	処置
赤 (1)	1	生命を救うため直に処置を必要とする者 例) 大出血、ショック症状の傷病者
黄 (2)	2	多少治療の時間が遅れても生命に危険がない者。 基本的には、バイタルサインが安定している者。
緑 (3)	3	上記以外の軽易な傷病で殆んど専門医の治療を必要としない者。
黒 (0)	4	既に死亡している者。 明らかに即死状態であり、心肺蘇生を施しても蘇生可能性のない者。

表1 トリアージカテゴリー

災害時の救急救命現場では人的、物的資源は限られる。このため、できるだけ多くの傷病者の救助を行うには、一人の傷病者に対しトリアージを一分以内で行うことが望まれる。日本では迅速にトリアージを行

う方法として START 法 (Simple Triage and Rapid Treatment) が採用されている。START 法は、傷病者を「呼吸」「循環」「中枢神経」の順番で優先度を評価する⁵⁾⁶⁾。図1にSTART法を用いたトリアージのフローチャートを示す。

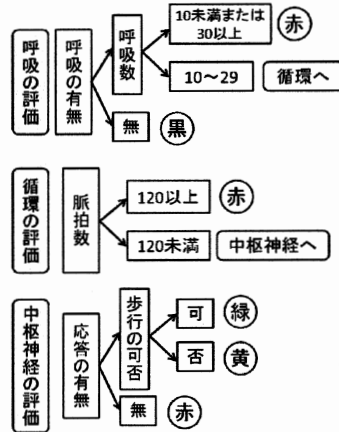


図1 START法を用いたトリアージ

日本では図2に示すトリアージタグと呼ばれる4色のマーカー付きタグを傷病者に取り付け、不要な色の部分を切り取り、取り付けた傷病者の優先度を表す色を先端に残すことにより判断結果をわかりやすくしている。

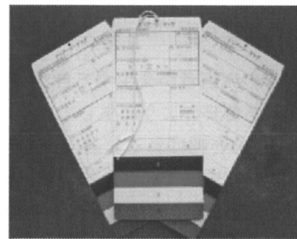


図2 トリアージタグ

災害が起きた場合、医療従事者が迅速に被災地に駆けつけ、トリアージや医療活動の補助、後方支援を行う。災害が起きたときの医療従事者の活動の流れを以下に示す。

- (1) トリアージポスト (トリアージを行うために用意されたエアータント) に傷病者全員を搬送。

- (2) トリアージポストにて傷病者全員にトリアージタグを装着。
- (3) 医療従事者がトリアージを行いタグの色を決定。
- (4) トリアージされた傷病者をそれぞれの色のエアートtentに搬送(赤タグの傷病者は赤のエアートtentに搬送)。
- (5) それぞれのタグの色に応じて搬送する医療機関、搬送する順番を決定する(赤タグの傷病者は第3次医療機関へ)。
- (6) 決定に基づいて医療機関に搬送する。(赤タグはドクターヘリなどで第3次医療機関へ、黄色は救急車などで第2次医療機関へ)。
- (7) 医療機関の入り口などで必要に応じて複数回トリアージを行う。
- (8) 医療機関で適切な治療を受ける。

2.2 トリアージの活用例

死者 107 名、負傷者 549 名が発生した福知山線脱線事故では、救急救命において本格的にトリアージが実施された⁴⁾。この事故の発生後、現場では早期に救急隊によりトリアージが行われた。この際トリアージポストの設定等が適切に行われたことにより、トリアージ、搬送を円滑に行うことができた。最近では他にも死者 7 名、負傷者 10 名が発生した秋葉原殺傷事件でもトリアージが使用された。トリアージが実施されたことにより優先度の高い患者への迅速な治療が可能となり、搬送においても、赤タグ相当の重篤な傷病者が特定の病院に集中することなく分散できた。医療従事者が到着してからは、応急救護所等において多数の人員により、2 次トリアージ及びエアートtent内では簡単な応急処置などの各種の救急医療が実施され、また搬送の指示・調整・同乗が行われた。この結果重症患者への治療が優先的に行われ、後送病院の負担が軽減された点において「避けられた死」を防ぐことができたと言える。福知山線脱線事故では 2 次トリアージポストを設定した際に、活動を開始したが、医療従事者の絶対数の不足と搬送能力をはるかに超える負傷者のために、応急救護所は搬送待ちの負傷者で溢れ、2 次トリアージと重症、中等症の負傷者の継続観察が混乱を極めたという課題が残された。また秋葉原殺傷事件では、現場で無線が交錯し救急隊員が自ら走り情報伝達を行うなど混乱が生じ、赤タグ患者が取り残され軽傷者が先に搬送されるなどの課題も残された。

3. 電子医療機器と入力端末を用いた活動支援

現在、多くの病院等の医療機関では、心電図検査機器や血圧測定機器などを用いて傷病者の生体情報をモニタリングが可能としている。また、これらの機器により効率的な治療が行うことができ、近年では医療ミスなどを少なくし効果的な治療ができることを目指し、医療の IT 化が進んできている。例としては、医療情報の電子化により医療ミスを防いで、医療費を削減することを目的として、世界的にカルテの電子化が行われてきている⁸⁾。そして、災害発生現場等でのトリアージを行う際にもこうした医療電子機器などによる生体情報の取得を目指している。また傷病者と医療従事者、薬剤 RFID タグを付けてその動きをモニタリングするという動きもある。今までバーコードを利用した医療ミスを防ぐシステムはあったが、RFID は汚れやねじれに強く、リーダーからの距離を考慮すると利点が多いことが実証されている。

現在のトリアージタグは紙製であるため、一度傷病者の診察をトリアージタグへの記入を終えてしまうと、その後の傷病者の病状の急変が把握できなかったり、診察をした医療従事者以外の人が診察をしていない傷病者の情報を把握できない。また、医療従事者は傷病者の情報を急いで記入するために、後で文字が不鮮明であるために読み取りが難しいといった問題点がある。これを解決するために、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情報端末に送信させて災害時の医療活動に役立たせている¹⁰⁾。一方国内でもトリアージタグに RFID タグを埋め込み、救急隊の持つ入力端末にモバイルネットワーク機器を用いることで、負傷者の情報収集の自動化を目指した RFID を利用した救急トリアージシステムを構築し、そのシステムを用いて、80 名程度の負傷者を想定した実証実験⁷⁾が行われている。この結果、負傷者の搬送時間と情報収集にかかる時間を短縮できることが実証されている。この研究では主にトリアージのタグ色の決定と第二次トリアージにおける傷病者の名前や住所といった個人情報や搬送先病院の入力など、先に示した災害現場での医療活動の主に 5 番目以降での使用に重点が置かれている。このほかに PDA などの小型情報端末を利用して傷病者の情報収集を行い、医療活動の効率化を目指した研究も行われている¹¹⁾。この研究では傷病者情報で各症状や治療に必要な諸情報の入力がかかり細かく記入できるようになっている。上記のように、傷病者情報の取得や

入力といった研究が多数なされているが、福知山線脱線事故のような短時間で治療や搬送を行わなければならない災害現場では医療従事者が如何に迅速に傷病者情報を入力し、その情報を伝達し把握するかが課題となっている。しかしながら、上記に述べたような研究では、中国の研究¹¹⁾では災害現場での医療活動の際に携帯端末を用いて入力していくのには、記入項目が多すぎたり、選択による入力部分が小さすぎるために迅速な記入が行えないといった問題点がある。また日本の研究⁷⁾では、第二次トリアージ以降での使用が主であるため、傷病者の個人情報を入力はするが外傷などの情報入力がないため、救急車などの搬送車が到着するまでの間に、傷病者情報の把握が十分に行えないといった問題点がある。結果、災害現場での医療活動の流れで最初のトリアージを行う際に、十分な傷病者情報を迅速かつ正確に行える入力インターフェースの研究はなされてきていない。

4. 提 案

トリアージは限られた資源で最大多数の傷病者を救命することを目的として行われている。したがって人的、物的資源の状況や、傷病者の人数、傷病者の外傷や生体情報の変化などによって誰を優先して搬送、治療するかは変わってくる。しかしながら、現在用いられている紙タグでの傷病者情報把握では筆記によるため、迅速かつ正確に記入し情報伝達をすることができない。また、記入終了後に各救急隊員が傷病者の情報をリアルタイムに知ることが難しい。このことから傷病者情報を紙タグに記入するのではなく、携帯端末による電子機器を用いて入力を行うシステムを提案する。

4.1 想定環境

今回提案するシステムでは、先ほど述べた災害発生時の医療従事者の活動の流れにおいて(1)番の傷病者全員のトリアージポストへの搬送から、(6)番の病院へ搬送するまでの間での使用を想定する。ここで、救急隊員が小型端末を所持し、各傷病者をトリアージする際にこの小型端末を使用して、電子医療機器により表示された生体情報や外傷から判断し、傷病者情報を入力していく。また、災害規模はJR福知山線脱線事故や秋葉原殺傷事件など小から中規模のものを想定する。

4.2 傷病者情報入力項目

災害現場での傷病者情報を入力する際に必要な要素として、以下にあげるものが必要であると思われる。また、この順番で記入をおこなう。災害現場では傷病

者情報入力が迅速におこなわれる必要があるため、最低限の情報で入力終了できるように、より重要な情報を先に入力するべきであると考えられる。

- (1) 入力時刻
- (2) トリアージタグの色
- (3) 性別
- (4) 歩行の可否
- (5) 意識の有無
- (6) 年齢
- (7) 血液型
- (8) 各身体部位ごとの傷病

まず入力時刻であるが、傷病者がいつ発見されたのかにより傷病の経過時間や治療に影響がおこるため重要な項目である。また、傷病者の搬送までにかかった時間などを知ることでもできる。なお入力時刻は入力画面が開かれると同時に自動で入力される。次にトリアージにおいてもっとも重要なタグの色を入力する。災害現場では呼吸や脈拍といった生体情報を各傷病者ごとに電子医療機器で自動取得し表示するので、救急隊員は生体情報と外傷等からタグの色を決定していく。その後、外見から比較的容易に判断がおこなえる性別、歩行可否、意識有無、年齢を順に入力する。特に歩行の可否や意識の有無はトリアージのタグの色決定にかかわるため非常に重要な項目である。また、年齢は幼児や老人といった治療が優先される人々を把握するのに重要な項目である。次に血液型であるが、災害時には輸血を必要とする傷病者が多数発生すると考えられるため必要な項目となる。病院によっては血液型に合致する血液の備蓄がない病院がある可能性があるため、搬送病院の決定にも役立つ。ただし、意識のない患者などは検査してからでないと血液型を判別できないため、入力に関してはあとのほうに配置しておく。そして最後に黄色および赤色タグ患者に特に必要な傷病を入力する。傷病の入力では災害現場でおこる確率の高い傷病にしぼることで入力の迅速化をはかる。現段階では高エネルギー外傷・クラッシュ症候群・多量出血・骨折・打撲の項目を設けている。この中で特に重要なものが高エネルギー外傷である。高エネルギー外傷とは通常の怪我に比べて生命の危険度が高いものものを指す。⁹⁾ 事故の場合、例として車外放出、車に轢かれた場合、救出に20分以上を要した場合、機械器具に巻き込まれた場合、体幹部が挟まれた場合、高所からの墜落などがあげられる。このような場合、生命を第一に考えなるべく早く病院に搬送しなければならない。

地震などの災害時において建物の倒壊が起きた場合、がれきの下敷きになる傷病者が発生することから高エネルギー外傷は見逃すことのできない事項である。

5. 実 装

5.1 システム構成

図3に本研究のシステム構成を示す。まず、災害

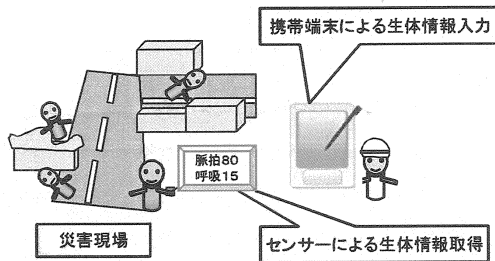


図3 システム構成

現場の医療活動の流れとして、傷病者に生体情報取得装置が装着される。そして、携帯端末を持った救急隊員が傷病者のもとにかけつけ、生体情報の値や外傷から判断しトリアージの作業をおこなうとともに、傷病者情報の入力を行う。

5.2 実装画面

以下から具体的な傷病者情報入力端末の傷病者情報入力インターフェースと傷病者情報表示画面について説明していく。

5.2.1 傷病者情報入力インターフェース

図4に傷病者情報入力画面を示す。第4章で述べた傷病者情報入力項目にしたがい、入力画面がすすむ。非常に混乱が生じる災害現場での誤認識を回避するため、視覚的に認識する方法をとった。また、時間短縮のため各項目の入力が終了するとそのまま次の画面へ変わるようにした。

タグの色選択画面では視覚的にもわかるように選択ボタンに色をふした。紙タグのタグ色の順序と同じにすることで、今までどおりの順序で認識が容易にできる。次に、性別では女性のボタンを赤色にすることで男性ボタンとの違いをはっきりさせた。同様に歩行の可否と、意識の有無では危険である歩行不可と意識無の方を赤色にすることにより視覚的に認識しやすくした。その後、年齢・血液型と入力していき、最後に症状選択画面である。まず身体をもしたボタンで構成された画面から負傷箇所を選択し、その後頻繁に生じる

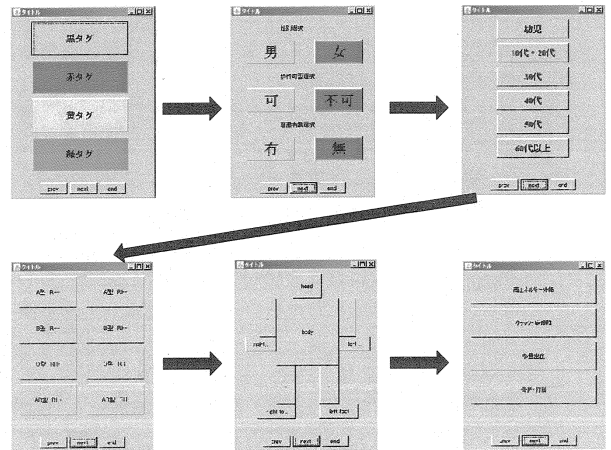


図4 傷病者情報入力画面

と考えられる症状項目から選択をおこなう。

5.2.2 傷病者情報表示画面

図5に傷病者情報表示画面を示す。先ほどの傷病

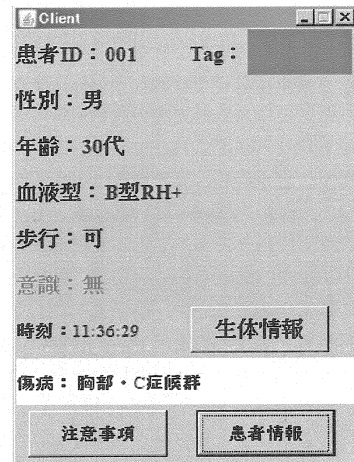


図5 傷病者情報表示画面

者情報入力項目にしたがい入力が終了すると、図5に示すように画面に傷病者情報が表示される。ここで最も重要となるタグの色に関しては、視覚的にすぐ認識できるように、文字ではなく色により表示する方法をとった。傷病者が危険な状態であることを表す項目に関しても赤く表示することで認識がすばやくおこなえる。この図の場合では意識が無いという情報を赤く表

示している。各種ボタンの説明をしていく。まずは患者情報ボタンであるが、こちらのボタンから傷病者情報の入力および修正をおこなっていく。次に、生体情報ボタンでは、傷病者にとりつけたセンサーから得られる生体情報をグラフで見られるようにしている。最後に注意事項ボタンであるが、症状選択項目にはないが傷病者によっては重要となる情報をスタイラスペンによる記入ができる画面を開くものである。このように生命に関わる症状の中で特に頻繁に生じる症状と、多くの傷病者ではおこなないが、治療に必要なだとおもわれる症状の入力をわけることで、迅速な入力を可能とした。

5.3 実装環境

本研究における実装環境は Windows Vista 上で Java-Eclipse を用いて実装されている。小型端末の代用として、タッチパネル式ノート PC を使用している。また、入力画面はプログラミング言語 JAVA における swing を用いて作成をおこなった。

6. ま と め

近年、特に緊急に治療を必要としない軽症患者や中等症患者の治療を一次的に遅らせることや、緊急度が高く助かる見込みのある傷病者をトリアージすることが災害時救急救命において行われている。トリアージが実施されたことにより優先度の高い患者への迅速な治療が可能となり、搬送においても、赤タグ相当の重篤な傷病者が特定の病院に集中することなく分散できるようになったが課題は残っている。例として現在のトリアージタグは紙製であることから、記入が迅速に行えず記入項目を満たせないことや、トリアージを実施した際に情報伝達ができず、最優先となる赤タグの負傷者の居場所や病状の急変が把握できないことがあげられる。しかしながら災害時の救急救命においては電子医療機器の導入はまだ本格的に行われていない。本研究では災害時に生体情報センサ機器を傷病者に取り付けることで生体情報をリアルタイムで測定し、測定した情報をもとに救急隊員がトリアージを行うと同時に、傷病者情報を入力していくインターフェースを提案した。非常に混乱した災害現場を想定し、認識が正しくおこなえるようなインターフェースを設計した。本研究より救急救命時において現場での救急隊員間の情報の入力や伝達が円滑に行われ、傷病者搬送の迅速化がなされることが期待される。

謝 辞

この研究の一部は 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救急災害医学から協力を得て行われた。

参 考 文 献

- 1) 独立行政法人国立病院機構 災害医療センター DMAT, "日本 D M A T 活動要領", <http://www.dmat.jp/>.
- 2) 高知県健康福祉部医療業務課, "高知県災害医療救護計画・高知県災害救急医療活動マニュアル", <http://www.pref.kochi.jp/iryuu/>
- 3) 高知医療センター 高知市消防局, "災害概論とトリアージ", 高知救急会, <http://www.kochikyuaikai.com/>
- 4) 兵庫県災害医療センター, "J R 福知山線列車事故における現地医療活動について", <http://www.hemc.jp/>
- 5) 大阪府医師会 救急・災害医療部, "災害時における医療施設の行動基準 (第 1 版)", <http://portal.osaka-bousai.net/>
- 6) 社団法人 長岡市医師会, "自然災害発生時における医療支援活動マニュアル", 新潟県中越地震を踏まえた保健医療における対応・体制に関する調査研究, <http://www.nagaoka-med.or.jp/>
- 7) 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, 2007, Vol.48, pp. 802-810.
- 8) Wisdom ホームページ, "ユビキタス医療に向けた医療分野の RFID 事情", <http://www.blwisdom.com/>, 2006.
- 9) 湘南地区メディカルコントロール協議会, "外傷救急活動ガイドライン 2004", <http://shonan-mc.or.tv/>.
- 10) Tia Gao, 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", Proceedings of the 3rd IEEE-EMBS International Summer School and Symposium on Medical Devices and Biosensors, 2006, pp.34-39.
- 11) Polun Chang, Yueh-Shuang Hsub, Yuann-Meei Tzeng, I-Ching Houc, Yiing-Yiing Sangb, "Development and Pilot Evaluation of User Acceptance of Advanced Mass-Gathering Emergency Medical Services PDA Support Systems", Proceedings Of The 11th World Congress On Medical Informatics, 2004.