

災害時救急救命における 医療従事者用携帯情報端末の提案

小嶋 洋明^{†1} 長橋 健太郎^{†1} 岡田 謙^{†1,†2}

災害時の救急救命活動においては、緊急度が高く助かる見込みのある傷病者から治療を優先するためにトリアージが行われている。医療従事者は各傷病者の治療優先度を示すために紙製のタグを利用し、情報のやり取りはトランシーバーを介している。しかし、それではリアルタイムに変化する傷病者の容態変化を把握することができず、見過ごしてしまうことが考えられる。また、現場では災害や傷病者に関する様々な情報が飛び交うために混乱してしまうといった問題点もある。そこで本研究では、無線センサネットワークを利用して複数の傷病者情報、搬送情報などを携帯情報端末に提示し、さらに RSSI を利用することで距離に応じて入力制限可能なシステムを提案する。システムの機能検証用に開発したバイタルサインジェネレータを用いて急変情報検知と搬送情報に関する実験を実施し、急変情報と搬送情報を検知する時間が大幅に短縮し、ユーザにとって負担の少ない情報提示であることを示す。

A Proposal of Handheld Terminal for Medical Staff in Emergency Medical Care

HIROAKI KOJIMA,^{†1} KENTARO NAGAHASHI^{†1}
and KEN-ICHI OKADA^{†1,†2}

In emergency medical care at a disaster site, medical staff do triage to give priority for treatment to injured people who have been badly wounded. Medical staff use a paper triage tag to show patient's condition and transceiver they communicate with each other. However, they can not figure out their condition in real time, and confuse with a lot of information about a disaster and injured people. In this research, we propose the system that display injured information to handheld terminal using wireless sensor network and enable to input restriction due to distance between medical staff and patient. We conduct two experiments to evaluate availability of this system and show less stressful information display for users.

1. はじめに

大規模災害時に多数の傷病者が発生した場合、各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3つの活動が非常に重要となる。日本では地震や列車事故といった大規模災害時に被災地に迅速に駆けつけ、救急治療を行うための専門的な訓練を受けた DMAT と呼ばれる医療チームが組織されている¹⁾。早期に治療を要する重症患者を発見し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を目的としている。その際に行われるのがトリアージと呼ばれるものである。トリアージとは、各傷病者が負った怪我の重症度あるいは緊急度に応じて治療優先度を決定することである。現在、各傷病者の治療優先度を明示的に示すものとして紙製のトリアージタグが利用されている。しかし、そのトリアージタグは紙製であるがゆえ、医療従事者が各傷病者の症状変化をリアルタイムに把握することが難しく、また傷病者の血液や泥などでタグが汚れたり破れたりすると、新たな情報の記入や読み取りが難しくなるといった問題点がある。

我々の研究グループではそのような問題点を解決するために、救命救急活動の支援を目的としたトリアージの電子化に取り組んでいる³⁾。本研究では、無線センサネットワークを利用して複数の傷病者情報、搬送情報などを提示し、さらに RSSI を利用することで距離に応じた入力制限可能な医療従事者のための携帯情報端末を提案する。本システムにより従来の紙タグではできなかった各傷病者に関する情報や搬送情報をリアルタイムで得ることが可能となる。本システムの有用性を確認するために急変情報検知と搬送情報に関する実験を実施し、その有用性を示す。以下、2章に救急救命活動におけるトリアージの概要を述べ、3章で関連研究を述べる。4章で本研究における提案を述べ、5章でそれに基づく実装を記す。6章でシステムの有用性確認のための実験について述べ、最後7章を本研究のまとめとする。

2. 救命活動におけるトリアージ

2.1 トリアージとは

自然災害や大事故が起きるとその地域の自治体を中心となり、救急隊などに現場への出動

^{†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} 独立行政法人科学技術振興機構, CREST

Japan Science Technology and Agency, CREST

要請を出す。現場へ到着した救急隊は、各傷病者の緊急度や重症度に応じて治療優先度を決定するためのトリアージを行う。治療優先度には、赤、黄、緑、黒と4つに色分けされた段階があり、表1にそのトリアージカテゴリーを示す。治療の優先度は高い方から順に1→2→3→4である。

表1 トリアージカテゴリー

色	優先度	
赤	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	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	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	4	既に死亡している者. 心肺蘇生を施しても蘇生可能性のない者.

災害時の救急救命現場ではできるだけ多くの傷病者の命を救うために、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。日本では迅速かつ的確にトリアージを行う方法としてSTART法が採用されている⁴⁾⁵⁾。紙製の4色のマーカー付きトリアージ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残すことにより判断結果を示す。

続いて災害が起きたときの医療従事者のトリアージ活動の流れを以下に示す。トリアージポストとは災害現場にて用意されるエアートントのことであり、各傷病者は必ずここに搬送され医療従事者に診断される。

- (1) トリアージポストに傷病者を搬送。
- (2) トリアージポストにて医療従事者がトリアージを行い治療優先度を決定。
- (3) トリアージされた傷病者をタグ色に応じたエアートントへ搬送。
- (4) 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。
- (5) 決定に基づいて各医療機関へ搬送。

2.2 トリアージに求められる要件

現在日本では紙製のトリアージタグを利用しているため、傷病者の容態が変化すると書き直しやタグ色の変更に伴い切り取りが必要になる。また傷病者の容態の把握がトリアージポストではタグの色を決める1回、各色のテントでも数回程度だと考えられる。そのため傷病者の容態が急に悪化したことに気づくのが遅れるという可能性が出てくる。また搬送の課題

として、災害が発生した初期段階と時間が経過した段階では搬送に使える車両やヘリコプターの台数は異なるため、利用できる搬送資源を常に把握し分配する必要がある。従ってトリアージ作業を支援するためには、(a) 紙製のタグの代わりとなる、リアルタイムに傷病者の容態把握が可能な機材の使用、(b) 最小限の搬送資源を効率的に利用した傷病者の搬送の2つの要件がある。

3. 関連研究

現在のトリアージタグは紙製であることから、トリアージを実施した際に最優先となる赤タグの傷病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。近年では、世界各国で災害救急救命において利用できるRFIDやセンサを利用したシステムの研究が進められている。カリフォルニア大学では、アクティブRFIDを活用した傷病者の位置把握の実証実験を行っている¹²⁾。現在の救急救命現場では、人員に限られるため傷病者の急激な病状の悪化などを把握ができないという問題がある。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。¹¹⁾ 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⁶⁾が行われている。

このように救急活動を支援する研究は多数なされているが、RFIDには通信距離に制約があることが問題点としてあげられる。また先の要件(b)を満たすものは研究されていない。そのため、以下に挙げる2つの要件を満たすことで、医療従事者が効率よく傷病者の治療・搬送を行うための医療従事者用携帯端末を提案する。

- (1) 手元で所持しているだけで傷病者の生体情報・急変情報、搬送情報など現場の状況把握に必要な情報が取得可能であること
- (2) 傷病者の取り違いを防ぐ傷病者情報の確実な入力方法

4. 提案

4.1 医療従事者用携帯情報端末に求められる要件

各テントに運ばれた傷病者は医療従事者によって二次トリアージを実施され、治療優先度の高い者から順に病院へと搬送される。トリアージテントでは病院へ搬送されるということが頻繁に起こるため大変な混乱が想定される。現状では紙タグを用いているため、各医療従

事者が常に傷病者の状態を把握することができない。そのため、医療従事者が傷病者情報をリアルタイムで把握できる端末が必要であると考えた。そこで、我々は順天堂大学医学部の協力のもと医療従事者にとって重要な現場の情報をまとめ検討をおこなった。リアルタイムでの情報把握の利点をいかして、治療に必要な傷病者情報、傷病者を搬送する情報と傷病者が急変したことについての情報などが必要であるとの結果を得た。また、傷病者の情報を取り違えないようにすることについても指摘をうけた。

4.2 現場の状況把握支援

● 傷病者情報

トリアージの際に医療従事者が必要な情報として、傷病者の ID、生体情報 (脈拍・呼吸・SpO₂、外傷)、傷病者のタグ色、治療優先度、各傷病者のいるテント、傷病者の In・Out 情報、傷病者の急変情報、搬送情報、各テントの傷病者人数があげられる。これらの情報を医療従事者情報端末に表示していく。

● 傷病者の In・Out 情報

傷病者の In・Out 情報とはトリアージポストから何人各テントに運ばれてくるのか (In 情報)、誰が病院に運ばれたのか (Out 情報) という情報である。トリアージポストから何人新たに傷病者が運ばれてくるのか把握することは救急治療の準備の面やなどから重要である。また、搬送された傷病者の情報を提示することは不必要な情報が増大し本当に必要な情報が探しにくくなる恐れがある。そのため搬送された傷病者の情報は、できるだけ速やかに提示をやめるようにする。

● 傷病者の急変情報

トリアージにおいて、傷病者の生体情報が急激に変化した際にどれだけ早く応急処置ができるかということが救命の鍵になるため急変情報を医療従事者に提示することが非常に重要である。本研究では傷病者の急変を黄色・緑色タグの傷病者が赤色タグ相当のバイタルサインを発生するようになった状態と定義する。黄色・緑色タグの傷病者は治療が必要であるが時間的に余裕のある傷病者が多い。そのため医療従事者の人数が少なく、容態が急激に悪化した際に医療従事者が気付かない可能性があるため急変情報として医療従事者に提示する。急変と判定されるバイタルサインのパラメータは、呼吸数が 10 回/分未満もしくは 30 回/分以上、脈拍数が 120 回/分以上、SpO₂ が 90%未満とする。

● 搬送情報

救急車やドクターヘリなどの到着予定時刻、搬送可能人数の情報が搬送情報である。トリアージではトリアージポスト、各色テントとは別に外部病院や各地方自治体などとの

渉外を目的とした本部が設置されることがほとんどである。搬送情報はまずこの本部に携帯電話などを介し伝達される。従来のトリアージでは本部に搬送情報が入ると各テントにトランシーバーなどを用いて伝達され、さらに各医療従事者に伝達されていく。医療従事者にとって搬送する傷病者の決定は、各傷病者のバイタルサイン、外傷などを比較し、さらに今後の容態を予想し行う必要があるためある程度の時間が必要である。そのため搬送情報は早い段階で取得できればできるだけ、搬送すべき傷病者の決定する準備ができるため効果的である。

4.3 傷病者の取り違い防止

傷病者の生体情報がホスト PC に集約されたことにより、リアルタイムに傷病者の容態を把握・監視することが可能になった。ところが、傷病者の位置が分からないため傷病者確認をする上で ID を確認するか、実際の傷病者の状態とホスト PC の情報を照らし合わせる作業が必要となった。この際、多数の傷病者が存在するため隣接した傷病者の情報と勘違いをしてしまうということが起こると考えられる。そのため、傷病者情報の入力を取り違いを防ぎ、入力したい傷病者に確実に情報を入力できる方法が必要である。

5. 実 装

5.1 想定環境

従来のトリアージでは、傷病者のバイタルサインの遷移を把握することが困難であった。そこで、リアルタイムで傷病者の経過を観察するために、傷病者への生体情報センサの装着や自動的にトリアージを行う電子機器の設計が必要であると考えた。

我々の所属する研究グループにおけるシステムの使用が想定される環境は以下の通りである。(1) 各傷病者は生体情報センサとリアルタイムトリアージを行う電子機器を装着している。(2) 各色テントには 1 台ずつ、傷病者の生体情報を管理する PC がある。

以下に想定される環境において必要な生体情報センサ、無線センサネットワークデバイスについて詳細に述べる。

● 生体情報センサ

生体情報センサとして日本光電製 SAS-2100 を使用する。SAS-2100 は呼吸、脈拍、血中酸素飽和度 (SpO₂) の 3 つの生体情報を腕時計のように腕に装着することで自動取得が可能となるセンサである。また医療従事者の所持する携帯端末から歩行、意識、高エネルギー外傷の情報を入力する¹⁰⁾。

● 無線センサネットワークデバイス

本研究で用いる無線センサネットワークデバイスとしてサン・マイクロシステムズで開発された Sun SPOT を使用する。SunSPOT デバイスの無線通信方式は、ZigBee の物理層、MAC 層と同じ IEEE 802.15.4/2.4GHz 準拠の無線インタフェースが搭載されている。また生体情報センサから得られた呼吸、脈拍、歩行、意識、高エネルギー外傷の情報をもとに START 法に基づき傷病者を絶対評価により 4 段階に分類し無線ネットワーク経由でリアルタイムに PC へ送ることが可能である。各傷病者のトリアージカラー、呼吸、脈拍などのバイタルサインの情報は、SunSPOT により各テントに設置されたホスト PC に送信されデータを蓄積できるようにした。

本研究において我々は 4.2 節で述べた医療従事者にとって重要である 4 つの情報を提示可能で、さらに取り違いのない確実な傷病者情報入力可能なインターフェースを設計する。これまでの電子トリアージと同様に傷病者に生体情報センサを装着し、傷病者・医療従事者ともに SunSPOT を装着することを想定する。本研究では医療従事者用の情報端末を所持することを想定し、情報端末に必要な情報を提示していく。医療従事者用情報端末として iPod touch を使用する。各傷病者の装着する SunSPOT は 5 秒間隔に生体情報を各テントのホスト PC に送信する。各テントのホスト PC は傷病者情報を蓄積し、その情報をサーバーに 5 秒間隔で送信する。各ホスト PC はサーバーに蓄積された全テントの傷病者情報、搬送情報を 5 秒間隔で更新する。医療従事者情報端末はホスト PC に蓄積された状況把握に必要な情報全てを 5 秒間隔で更新することで医療従事者はほぼリアルタイムに傷病者の容態を把握し、搬送に備えることが可能となる。さらに、各テントの情報だけではなく災害現場全体の情報を収集するため各テント、各テントの情報を集約するためのサーバーをトリアージ本部に設置する。本研究のシステム構成を図 1 に示す。図は赤テントのシステム構成を示しているが、他テントにおいても同様の構成である。

5.2 状況把握インターフェース

図 2 に状況把握インターフェースの画面を示す。

● 傷病者情報

画面上半分では各傷病者の情報を ID の順に提示していく。各傷病者の情報は傷病者 ID、生体情報（脈拍・呼吸・SpO₂）、治療優先度、傷病者のいるテントの色、タグ色で構成される。タグ色は四角形の色で表現される。5 つあるのは一番右の色が現在のタグ色であり、1 つ左にずれるごとに 5 分前、10 分前、15 分前と過去のタグ色を表している。傷病者が急変した際、急変してからの経過時間が重要になるため、医療従事者にとって認知しやすいようにこのような設計とした。各傷病者情報は画面をタッチし下

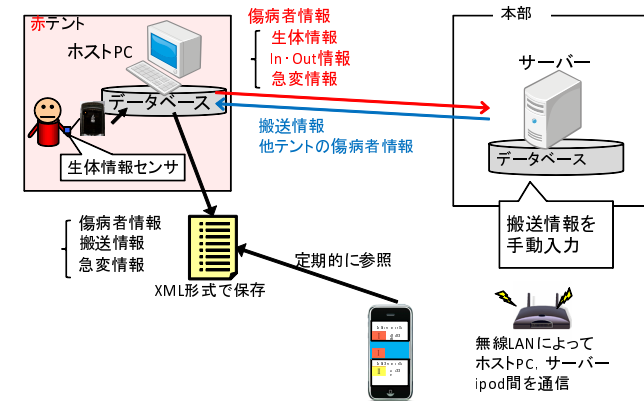


図 1 システム構成

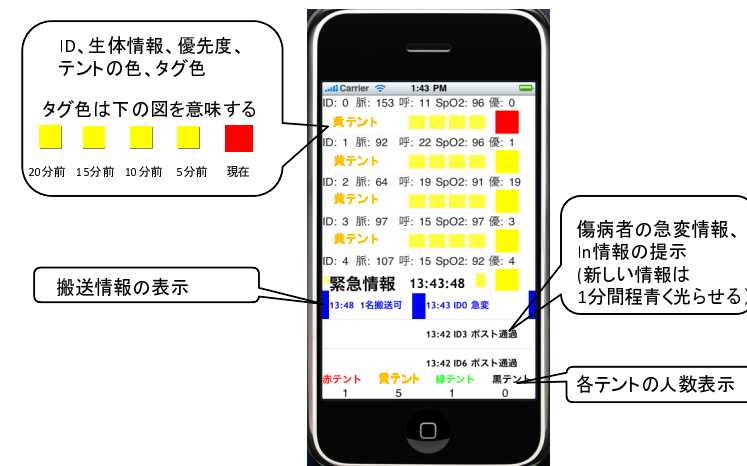


図 2 状況把握インターフェース画面



図 3 傷病者の詳細情報画面

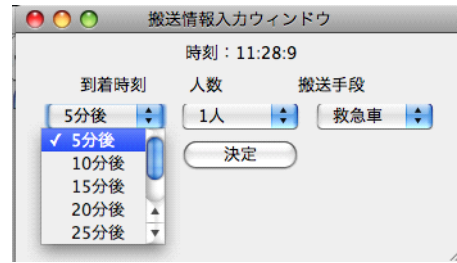


図 4 搬送情報入力 GUI

スクロールすることで全ての傷病者の情報を閲覧することが可能である。また、各傷病者の情報をタッチすることで詳細情報を提示する画面へと移行する。図 3 に傷病者の詳細情報提示する画面を示す。傷病者の詳細情報画面では傷病者 ID, 脈拍, 呼吸, SpO₂, タグ色, 意識の有無, 歩行の可否, 治療優先度, 外傷の情報を提示する。

● 搬送を優先すべき傷病者の自動決定

災害時の搬送においては、限られた人数しか搬送ができないため、優先すべき傷病者を把握することは非常に重要である。そこで、治療優先度は呼吸数, 脈拍数の一定時間当たりの変化率, START 法で決められている各色に分類するための呼吸数, 脈拍数それぞれのしきい値からの外れ値(しきい値から傷病者の呼吸数, 脈拍数がそれぞれどれだけ離れているか), 高エネルギー外傷の有無の値により決定する。緊急を要する傷病者の順位の求め方は以下の通りである。

- (1) 脈拍の変化率が高い順に順位をつける。
- (2) 脈拍の変化率が同じ場合, 呼吸の変化率が高い順に順位をつける。
- (3) 脈拍, 呼吸の変化率が同じ場合, 脈拍の外れ値が高い順にする。
- (4) 脈拍, 呼吸の変化率, 脈拍の外れ値が同じ場合, 呼吸の外れ値が高い順にする。
- (5) 脈拍, 脈拍の変化率, 外れ値が同じ場合, 外傷の有無により順位をつける。

● 搬送情報

図 2 の左下のテーブルに搬送情報を提示する。図 2 では 13 時 48 分に 1 名搬送可能であるという情報が提示されている。搬送情報の入力には搬送情報が一番最初に入るとして

て入力される。図 4 に本部のサーバーに搭載されている搬送情報入力 GUI を示す。この GUI によって到着予定時刻, 搬送可能人数, 搬送手段をそれぞれ選択し決定を選択することで各テントに送信される。

● 急変情報, 傷病者の In・Out 情報

まず In 情報はトリアージポストに運ばれた傷病者は生体情報センサと SunSPOT を取り付けられる。そして傷病者情報が SunSPOT を介してトリアージポストのホスト PC へ送信される。その時点をもって In 情報として医療従事者間で共有する。Out 情報については、傷病者を搬送する際にまず、SunSPOT に付属しているスイッチを押してもらう。さらに、スイッチが押された状態で傷病者の情報が 10 分間以上 SunSPOT からホスト PC へと送られてこない場合搬送とみなし、それ以後、その傷病者の情報は提示しない。図 2 の右下で示すテーブルで急変情報, 傷病者の In 情報を提示する。傷病者が急変し、急変情報が各テントのホスト PC に送信されると急変した傷病者の ID, 急変した時刻が提示される。また、傷病者の In 情報として傷病者 ID, トリアージポスト到着時刻が提示される。

5.3 SunSPOT の RSSI を利用した傷病者情報入力制限

取り違いのない確実な傷病者情報入力方法を実現するために SunSPOT の RSSI を利用する。図 5 に RSSI を利用した傷病者情報入力制限のシステム構成を示す。

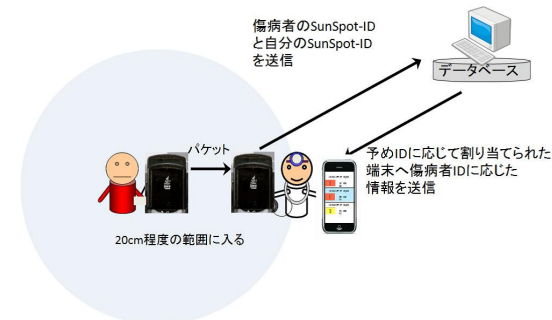


図 5 RSSI を利用した傷病者情報入力制限のシステム構成

SunSPOT には固有 ID が各機存在している。各傷病者の SunSPOT から生体情報とは別に毎秒パケットを送信する。医療従事者の SunSPOT はそのパケットを受信し、その際の

RSSI を測ることでおよその距離を測定することができる。そのため医療従事者が傷病者の 20cm 以内に入った際の RSSI を閾値とし、その閾値を越えると医療従事者の SunSPOT は傷病者の ID と医療従事者の ID をホスト PC に送信する。ホスト PC では予め SunSPOT-ID に応じて割り当てられた傷病者 ID、医療従事者 ID の情報を所持しているためその情報を元に医療従事者情報端末に 20cm 以内に近づいたことを通知する。また、傷病者情報の入力制限だけではなく、距離を測定できることを利用し、傷病者に 5m 以内に近づいた際も情報端末に提示する。これは、急変などが起きた際など特定の傷病者を探す作業を 5m 以内に近づいたということを提示することで支援しようとするものである。

6. 評価実験・考察

本システムの有用性を評価するにあたり、様々な傷病、症状の人間を用意するのは困難である。また、理論的に赤タグ傷病者の生体情報を近似させることも考えたが、傷病者の生体情報の推移に関する知見がなく、専門の医師も現在データを集めている段階である。本章では、本研究の評価用に開発したバイタルサインジェネレータとそれを用いた評価実験について述べる。

6.1 バイタルサインジェネレータ

従来の災害救助訓練では健常者が傷病者の役をおこなうことで訓練をしてきたため、傷病者の生体情報を発生したり急変を表現することが難しかった。そこで我々は傷病者の生体情報を擬似的に発生させることで、より現実の災害救助に近い形で訓練をおこなえるようにした。評価実験での複数人のバイタルサインの擬似的発生が必要であることを考慮し、このバイタルサインジェネレータ機能を SunSPOT 内に搭載させることで生体情報を擬似的に発生できるようにした。

6.2 急変検知に関する評価実験

6.2.1 実験環境

本評価実験の目的は医療従事者情報端末の急変検知の有用性の評価である。

急変する可能性のある傷病者が多いとされる黄色 TENT を想定する。バイタルサインジェネレータが搭載された SunSPOT を傷病者と見立てる。使用した SunSPOT は 9 台。隣り合う傷病者のタグ色は目視できるように配置を行う。実験は 5 分間の制限時間を設けて行う。実験開始から 1 分経過、2 分経過、3 分 30 秒経過で 1 名ずつ急変、計 3 名の急変が発生することを想定する。

医療従事者用携帯情報端末がありとなしの 2 つの場合を比較する。また、傷病者が急変

してから被験者が急変に気付くまでの平均検知時間を評価項目とする。平均検知時間とは傷病者が急変してから被験者が急変に気付くまでの時間を表す。ただし、制限時間である 5 分間以内に発見できなかった場合は急変してから制限時間までの時間を反応時間として用いた。(例: 2 分間経過で急変した傷病者を制限時間まで発見できなかった場合、反応時間は 180sec となる。) 被験者は学生 20 名におこなってもらった。

実験は図 6 で示す部屋で実施した。被験者には各色 TENT に搬送されてから実施される傷病者の詳細な情報を入力していく 2 次トリアージを行ってもらった。9 名の傷病者を図 6 の番号順に巡回しながら、用意した傷病者情報を見ながら入力してもらった。その中で、どの傷病者が、いつ、何名急変するのか分からない状況で 2 次トリアージを行いながら急変傷病者が発生していないか探してもらった。医療従事者情報端末ありの場合は手元の端末に提示される急変情報を見ながら、医療従事者情報端末なしの場合は周りの SunSPOT の LED ライトの色が赤く点灯していないかどうか見回してもらった。

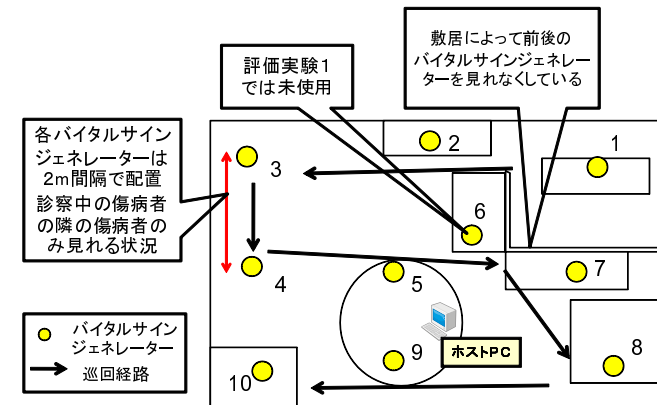


図 6 2次トリアージ巡回見取り図

6.2.2 評価結果と考察

平均検知時間は提案した医療従事者情報端末がある場合のほうが 28.6 秒で、端末なしの場合は 95.9 秒となった。このことから、急変検知にかかる時間は大幅に短縮されていることがわかる。また、全体の統計を見ると医療従事者情報端末ありの場合は 40 秒以内で急変傷病者の 85 % を発見することができている。医療従事者情報端末に急変情報が提示する際

に新しく入った情報は1分間程度分かりやすく青く表示していることが検知にかかる時間の短縮につながったと考えられる。また、医療従事者情報端末なしの場合に急変傷病者を5分間以内に見つけることができなかつた割合が23%であった。アンケート結果より、被験者が傷病者情報の入力に夢中になり、周りを見渡すことを忘れてしまったといった意見や、既に入力が終わった傷病者が急変したため気付かなかつたといった意見があった。また、医療従事者情報端末なしの場合に傷病者情報の入力だけではなく常に周りの傷病者の状態に気を遣わなければならないため医療従事者情報端末ありと比較し、疲労度が高いということがアンケートの結果から分かつた。これらのことから手元で確認するだけで傷病者の急変情報を取得することができる本提案端末は急変検知において非常に効果的であると言える。

6.3 搬送情報に関する評価実験

6.3.1 実験環境

本評価実験の目的は搬送情報を利用し、迅速に搬送準備を行えるかの評価である。搬送が頻繁に行われる赤テントを想定する。使用したSunSPOTは10台。実験開始から3分経過時に搬送情報が入り、5分経過時に救急車が到着、3名搬送可能とする。搬送情報、傷病者情報をホストPC、医療従事者情報端末の両方に提示する。

医療従事者情報端末ありと医療従事者情報端末なしの2つを比較する。評価項目として(a)搬送情報が入力されてから気付くまでの時間(b)搬送時間になった際、傷病者の決定にかかる時間の2つを挙げる。被験者は学生20名でおこなつた。実験は急変検知の実験と同じく図6で示す部屋で実施した。被験者には各色テントに搬送されてから実施される傷病者の詳細な情報を入力していく2次トリアージを10名の傷病者を番号順に巡回しながら行ってもらつた。本実験では医療従事者情報端末だけではなくホストPCにも搬送情報、傷病者情報を提示する。医療従事者情報端末なしの場合は搬送情報、傷病者情報を把握しようとするその度にホストPCに戻ってきてもらつた。2次トリアージを行いながら、いつ入るか分からない状況で搬送情報をチェックしてもらい、搬送時間になった際はホストPC、医療従事者情報端末それぞれに提示された治療優先度を見ながら搬送すべき傷病者の決定を行ってもらつた。治療優先度は1分間隔で傷病者の生体情報を元に自動更新される。

6.3.2 評価結果と考察

表2に搬送情報に気付くまでにかかつた時間、搬送すべき傷病者の決定に要した時間の結果をそれぞれ示す。

平均検知時間をみると提案した医療従事者情報端末がある場合のほうが搬送情報検知にかかる時間も搬送すべき傷病者の決定に要した時間についても短縮していることがわかる。

表2 評価実験結果

	平均検知時間 (sec)	標準偏差
医療従事者情報端末あり (評価項目 a)	12.5	17.4
医療従事者情報端末なし (評価項目 a)	41.3	67.5
医療従事者情報端末あり (評価項目 b)	25.0	10.0
医療従事者情報端末なし (評価項目 b)	49.6	26.8

急変検知の実験に比べて搬送情報検知にかかつた時間の差が小さいのは、医療従事者情報端末なしの場合、急変検知の際は10名の傷病者のSunSPOTが赤色に点灯していないかをそれぞれ見回さなければならないのに対し、ホストPCに搬送情報が提示されていないか見るだけで済むためだと考えられる。また、2次トリアージとして傷病者情報の入力を行ってもらつたが、医療従事者情報端末の有無によって入力できた人数に差異がでた。医療従事者情報端末ありの場合は平均8.6人の傷病者情報を入力できたのに対し、医療従事者情報端末なしの場合平均6.7人と差ができた。これは、医療従事者情報端末なしの場合、搬送情報や傷病者情報を確認するためにホストPCに戻らなくてはならないため時間がかかつたことが要因だと考えられる。

また、アンケート結果より、被験者が医療従事者情報端末なしの場合にホストPCの情報が気になり傷病者情報の入力に集中できなかつたという意見が多く寄せられた。そのため、実験を通しての疲労度に関するアンケートでは医療従事者情報端末ありとなしでは大きな差が見受けられた。さらに、医療従事者情報端末なしの場合に搬送すべき傷病者を間違えるミスが7回発生した。被験者が搬送すべき傷病者を決定する際、その時刻の傷病者情報をホストPCで確認せずに、少し前にみた情報を頼りに搬送すべき傷病者を決定することが起こつたことが要因として挙げられる。また、単純にホストPCに提示された傷病者情報を見間違えた被験者も存在した。これらのことから搬送情報や搬送する傷病者の決定に必要な情報を手元で確認するだけで取得することができる本提案端末は時間短縮という面でも医療従事者の負担を軽減するという面でも非常に効果的であると言える。

7. おわりに

従来のトリアージに基づく医療活動では人的、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をリアルタイムで把握することが困難であった。本研究では、無線センサネットワークを利用し、PCに集約された複数の傷病者情報、搬送情報などを提示し、さらに傷病者の取り違い防止のためのRSSIを利用した距離に応じた入力制限可能な

医療従事者情報端末を提案した。システム評価用に改良したバイタルサインジェネレータを用いて、急変情報検知の実験、搬送情報に関する実験を2つ実施し評価したところ、医療従事者情報端末によって急変情報・搬送情報を検知する時間を大幅に短縮し、また使用者にとって負担の少ない情報提示の仕方であることを確認した。これにより現場の救急救命活動時において、治療に緊急を要する傷病者を見つけ、搬送する作業の迅速化が期待される。

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) 日本DMAT活動要領, 独立行政法人国立病院機構 災害医療センター DMAT(オンライン), 入手先 <http://www.dmat.jp/>.
- 2) 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, 高知県健康福祉部医療薬務課 (オンライン), 入手先 <http://www.pref.kochi.lg.jp/>.
- 3) 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詳細 <http://www.jst.go.jp/kisoken/crest/ryoiki/bunya02-1.html>.
- 4) 災害時における医療施設の行動基準 (第1版), 大阪府医師会 救急・災害医療部 (オンライン), 入手先 <http://portal.osaka-bousai.net/>.
- 5) 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, 社団法人 長岡市医師会 (オンライン), 入手先 <http://www.nagaoka-med.or.jp/>.
- 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, pp. 802-810(2007).
- 7) ユビキタス医療に向けた医療分野の RFID 事情, Wisdom ホームページ (オンライン), 入手先 <http://www.blwisdom.com/>(参照 2009-4-1).
- 8) 外傷救急活動ガイドライン 2004, 湘南地区メディカルコントロール協議会 (オンライン), 入手先 <http://shonan-mc.or.tv/> (参照 2009-4-1).
- 9) 丸山 征四郎: 経験から学ぶ大規模災害医療, 永井書店.
- 10) 長橋健太郎, 杉山阿葵, 栖関邦明, 岡田謙一: 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, 情報処理学会第 70 回 GN 研究会, pp.25-30, 2009 年 1 月.
- 11) 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, pp.34-39(2006).

- 12) Sue Pondrom, Cynthia Butler, and Doug Ramsey, Wireless Technology To Enhance Mass Casualty Treatment in Disasters.
- 13) Polun Changa, Yueh-Shuang Hsub, Yuann-Meei Tzengb, I-Ching Houc and 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) .