

電子トリアージタグへの情報入力に関する一検討： 人体通信と音声入出力の利用

西垣 正勝^{1,2,a)} 安倍 史江^{1,3} 山本 匠^{2,4} 藤川 真樹⁵ 加藤 康男⁶

受付日 2011年12月5日, 採録日 2012年6月1日

概要：近年、事故・災害現場で行われるトリアージを電子的に支援する電子トリアージシステムの開発が進められている。その中で、トリアージ実施者が判断した優先順位等のタグ情報を電子トリアージタグへ入力する方式の検討は重要な課題の1つである。本論文では、医療スタッフの作業負荷・感染症予防等といった現場の状況を考慮し、人体通信と音声入出力を利用したタグ情報入力方式を提案し、その有用性の評価を行った。

キーワード：電子トリアージ, 人体通信, 音声入出力

A Study on Data Input to Electronic Triage Tag: Use of Intra-body Communication and Voice Input/output

MASAKATSU NISHIGAKI^{1,2,a)} FUMIE ABE^{1,3} TAKUMI YAMAMOTO^{2,4}
MASAKI FUJIKAWA⁵ YASUO KATO⁶

Received: December 5, 2011, Accepted: June 1, 2012

Abstract: An electronic triage system, which electronically supports medical triage conducted at accident or disaster sites, has been focused recently. One of the biggest issues in the electronic triage system is how to input data into electronic triage tags. In accident or disaster, medical staff shortage is expected and the areas must be in a mess and panic. Therefore it is strongly desired that the operations of the triage devices and tags are as simple as possible. Plus, the data transmission should be robust against stains (e.g., dirt or blood etc), which assures the availability of the electronic triage even in such a terrible circumstances. This paper proposes and evaluates that data input to electronic triage tag using intra-body communication and voice input/output could be an efficient way to satisfy the requirements.

Keywords: electronic triage, intra-body communication, voice input/output

¹ 独立行政法人科学技術振興機構, CREST
Japan Science Technology and Agency, CREST, Chiyoda,
Tokyo 102-0076, Japan
² 静岡大学創造科学技術大学院
Graduate School of Science and Technology, Shizuoka Uni-
versity, Hamamatsu, Shizuoka 432-8011, Japan
³ 静岡大学情報学研究科
Graduate School of Informatics, Shizuoka University, Hama-
matsu, Shizuoka 432-8011, Japan
⁴ 日本学術振興会特別研究員 (PD)
Research Fellow of the Japan Society for the Promotion of
Science (PD), Chiyoda, Tokyo 102-8472, Japan
⁵ 総合警備保障株式会社
Sohgo Security Services, Co., Ltd., Koto, Tokyo 135-0014,
Japan
⁶ 株式会社カイザーテクノロジー
KAISER TECHNOLOGY, Inc., Hiratsuka, Kanagawa 254-
0075, Japan

1. はじめに

近年、事故・災害現場で行われるトリアージが注目されている。トリアージとは、事故・災害現場で最善の救命効果を得るために、多数の傷病者の重症度（対応にかかる時間や手間）と緊急度、および、医療スタッフの人数や医療資源を考慮して、それぞれの傷病者に対する治療や搬送の優先順位を決めることである。

このトリアージが、2005年のJR 福知山線脱線事故 [1] や 2008年の秋葉原無差別殺傷事件 [2] で十分に機能せず問題となった。事故・災害現場において、傷病者が発見され

a) nisigaki@inf.shizuoka.ac.jp

にくい場所にいたため重病者の搬送が遅れる、多数の傷病者に対してトリアージを行うためトリアージタグへの記載が必須とされる重要な情報（通し番号・日時・トリアージ実施者名・優先順位；以下「タグ基本情報」と呼ぶ）が抜けているといったミスが発生した。

現在、これらの問題を解決するため、トリアージを電子的に支援する電子トリアージシステムの開発が始まっている [3]。電子トリアージシステムでは、傷病者の位置 [4] やバイタルサインの監視、および、タグ基本情報の記録を電子的に支援することが可能であり、システムの確実性・効率性を飛躍的に高め、トリアージ全体が改善されると期待される。ただし、傷病者の優先順位の判定は、医療に関する知識・経験が必要であるとともに、傷病者の疾病、近隣の医療機関の許容量等を考慮して決めなければならない。その判断基準は動的に変化するため、柔軟な対応が求められる。したがって、優先順位の自動判定は現在の技術では実現できておらず、優先順位の判定は人間の手で行う必要がある。

ここで重要となるのが、トリアージ実施者が判断した優先順位を電子トリアージタグへ入力する方式の検討である。特に医療スタッフが足りず、混乱が予想される事故・災害現場では、タグ入力にあたってトリアージ実施者に余分な作業が極力増えない、屋外で使用可能であり風雨/泥等の汚れに耐性がある、血液等による感染症予防ができる、タグに入力が伝わったことをトリアージ実施者が直感的に確認できる、等の要件を満たした入力方式が求められる。この要求に対し、我々は今まで電子トリアージシステムにおける効果的なタグ情報入力方法について検討を重ねてきた [5], [6], [7]。本論文では、人体通信と音声入出力を用いた電子タグへの優先順位の入力方式を提案し、実験を通じてその有効性を評価する。

2. トリアージ

2.1 トリアージとは

トリアージとは、災害や事故、あるいは戦災やテロ等によって生じた傷病者の救護活動において、治療の優先順位をつけることをいう。傷病者の様子やバイタルサイン、対話が可能であれば聞き取った事項等を参考にして、トリアージタグ（図 1）に通し番号・日時・トリアージ実施者名等、最小限の必要項目である記入欄を埋めていく。傷病者に対する治療や搬送の優先順位は、傷病者の重症度（治療の困難性を表し、治療にどれほどの人員や医療資源が必要となるかを意味する）と緊急度（治療の切迫性を表し、どれほど即座に治療を開始しないと生命が危険かどうかを意味する）を基準とし、同時に、医療スタッフの人員や医療資源の充実度を考慮して決定する。

傷病者の容態と現場の状況から優先順位（赤：最優先治療群、黄：非緊急治療群、緑：軽処置群、黒：不処置群）

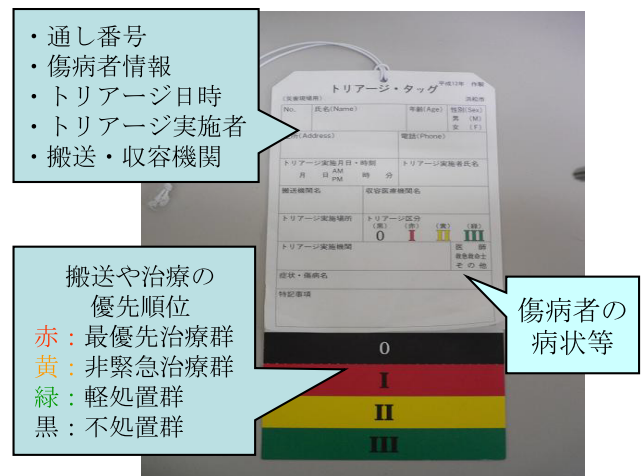


図 1 トリアージタグ

Fig. 1 Triage tag.

を決定する。トリアージタグの下部にはミシン目のついた4色の帯模様がついており、どの色を残すかによって優先順位を示す。トリアージされた傷病者には、トリアージタグが装着され、この優先順位を基に搬送・治療が行われる。トリアージにかかる時間は事故や災害の規模やトリアージ実施者の能力にもよるが、1人あたり十数秒から数分以内が目標とされている。

また、重症度は時間の経過によってしばしば変化するため、トリアージは1度きりでなく、事故や災害現場・救護所・病院到着後等必要に応じて繰り返し実施する。トリアージされるごとにそのときの傷病者の容態にあった優先順位が傷病者に与えられる。

2.2 トリアージ特有の問題点

近年、トリアージが注目された背景として、JR 福知山線脱線事故と秋葉原無差別殺傷事件での問題がある。JR 福知山線脱線事故では、現場の医療スタッフが傷病者の位置を特定できず、救護班の周辺以外にいた傷病者のトリアージが遅れてしまい搬送が遅くなるという問題が発生した [1]。秋葉原無差別殺傷事件では、現場の搬送班が傷病者の位置を特定できず、優先順位に「赤」がつけられた傷病者の搬送が遅れたという問題が起った [2]。

一般に、被災地という混乱した現場において、冷静に通常と変わりなくトリアージの診断を行うことはとても難しい [8]。加えて、事故・災害現場における医療スタッフの人員不足も大きな問題である。多数の傷病者が出た場合、1人の傷病者にかかることが可能なトリアージの時間は限られる。このような状況が、優先順位判定の際に記入が必要とされているタグ基本情報（通し番号・トリアージされた日時・トリアージ実施者名）の記載漏れ等のミスを生じさせてしまう。また、傷病者の容態は時間とともに変化するため、トリアージは搬送される先々でそのつど行うことが推奨されている。しかし、限られた医療スタッフが全傷病

者をつねに把握することは不可能であるため、傷病者の容態が急変した際に即座に対応することは困難である。

優先順位は、トリアージタグのミシン目をもぎり取ることで示されている。そのため、搬送の最中等に偶発的にミシン目が破れてしまったり、ときには、搬送を急いでほしい傷病者が故意にミシン目を破ってしまったりすることが考えられる。優先順位が偶発的・故意に変更される場面が多くなってしまうと、トリアージの現場は混乱し、トリアージのシステムが有効に機能しなくなる怖れがある [9]。

被災地という特別な環境に起因する問題も存在する。現場が風雨や泥、血液で散乱していると、トリアージタグが汚れて文字が読み取れないといった状況も起こりうる。さらに、血液等による感染症の予防には特に注意が必要である。そのため、感染症予防の手袋を着用した状態でトリアージが行われることにも留意しなければならない。

これらのトリアージの問題点を、下記のように人的問題と環境的問題に分類し、まとめた。

◆人的問題

1. 医療スタッフが傷病者の位置を把握できない。
2. 医療スタッフが傷病者の容態急変を察知できない。
3. トリアージ実施者によるタグ情報の記載漏れが発生。
4. 傷病者による優先順位の変更が可能。

◆環境的問題

1. 人手不足
2. 劣悪な現場の状況（屋外、風雨や泥の汚れ、血液等による感染症の危険）

3. 電子トリアージシステム

現在、トリアージを情報技術によって支援する電子トリアージシステムの開発が始まっている [3]。電子トリアージシステムでは、各医療スタッフは医療スタッフ端末を所持し、各傷病者は紙のトリアージタグの代わりに電子トリアージタグ（以下、電子タグ）を装着している。対策本部には電子トリアージシステムのサーバが設置される。医療スタッフ端末および電子タグは本部のサーバとの無線通信機能を有している。電子タグにはバイタルサイン（脈拍や血中酸素濃度等）を収集するセンサが備えられており、傷病者のバイタルサインの変化をリアルタイムに取得可能である。また電子タグは、センシングしたバイタルサインの変化を優先順位情報と電子タグ（傷病者）の位置情報とともにリアルタイムで本部に通知する。すべての電子タグから通知された情報は本部において収集・監視され、医療スタッフが所持する端末にその情報が適時提示される。以上を通じ、トリアージの確実性を補強し、その効果を高めることが可能となる。

3.1 電子トリアージシステムのメリット

トリアージを電子トリアージシステムによって自動化す

ることにより、前章に示した人的問題 1, 2, 3 に対しては次のように解決が可能である。

- 人的問題 1. 医療スタッフが傷病者の位置を把握できない：

医療スタッフ端末および電子タグは無線アドホックネットワークによって本部のサーバと通信が可能である。また、GPS を用いたり、無線アドホックネットワークにおけるローカライゼーション（測位）技術 [4] を利用したりすることによって、電子タグは各自の位置情報を自律的に検知し、それを本部のサーバに通知することができる。これにより、本部はすべての傷病者（電子タグ）の位置をつねに把握し、かつ、必要に応じてその情報を医療スタッフ（医療スタッフ端末）に通知することが可能である。

- 人的問題 2. 医療スタッフが傷病者の容態急変を察知できない：

電子タグには脈拍センサや血流センサがついており、電子タグを装着した各傷病者から得たバイタルサインの情報を本部でリアルタイムに把握することができる。このため、本部が傷病者の容態の急変を即座に感知でき、医療スタッフに当該傷病者のケアや再トリアージを指示することが可能である。

- 人的問題 3. トリアージ実施者によるタグ情報の記載漏れが発生：

タグ基本情報のうち、通し番号・日時・トリアージ実施者名については次のように自動記録が可能である。通し番号は、電子タグにハードウェア的に付与されている固有 ID 番号を利用する。日時は、電子タグと本部のサーバとの通信のつど、その時点の時刻を記録する。トリアージ実施者名は、事故・災害現場においてトリアージ実施者に医療スタッフ端末が支給された時点で、自分の名前を各自の端末に 1 度だけ入力してもらう。それ以降は、トリアージの際に発生する医療スタッフ端末と本部のサーバとの通信においては、医療スタッフ端末に登録されている名前が自動的に付与される。これらによって、タグ情報の記載漏れを防止できる。

以上のように、電子トリアージシステムの運用によって、多くのタグ情報の記入が自動化され、トリアージ実施者の作業の確度向上と負荷軽減が達成されるとともに、本部が傷病者の位置と容態をリアルタイムで把握して、医療スタッフに適切な指示を発することができるようになり、従来以上の救命効果が期待できると考えられる。

3.2 電子トリアージシステムにおける優先順位の扱い

前節で述べたように、電子トリアージシステムにおいてはタグの位置の取得、傷病者の容態変化の追跡、タグ情報の入力自動化されることによって、トリアージの人的問題 1, 2, 3 が解決される。ただし、タグ情報の中で、トリアージの優先順位の判定は自動化によって解決することの

できない課題として残る。なぜならば、傷病者の優先順位の判定は、医療に関する知識・経験が必要であるとともに、傷病者の数、近辺の医療機関の許容量等を考慮して決めなければならないためである。すなわち、その判断基準は動的に変化し、かつ、柔軟な対応が求められる。したがって、現在の技術においては優先順位を自動判定することは難しく、人間の手で行う必要がある。

このため、トリアージの結果（優先順位）を電子タグへどのような方法で入力してやればトリアージの効率が高まるのかを検討することは重要な課題である。そして、その際、前章に示したトリアージの人的問題4および環境的問題1, 2について十分に配慮する必要がある。

ここで、人的問題4（傷病者による優先順位の変更が可能）に対処するには、トリアージ実施者のみが電子タグに優先順位を入力できるようにする仕組みが必要となる。これについては、電子トリアージシステムにおける無線インフラを利用し、医療スタッフのみが所持する医療スタッフ端末から電子タグに優先順位を入力するという方法をとることで実現可能である。この場合、医療スタッフ端末から電子タグへ優先順位を入力するにあたっての具体的な手順は、以下ようになる。送信先となる電子タグのIDを取得する（I）、医療スタッフ端末に優先順位を入力する（II）、医療スタッフ端末から電子タグへ優先順位を送信する（III）、優先順位の入力完了を通知する（IV）。よって、前章の環境的問題1, 2を十分に考慮した形で、これらI, II, III, IVのそれぞれの手順が実装される必要がある。

3.3 優先順位の入力に対する要件

前章に示したトリアージの環境的問題1（人手不足）および2（劣悪な現場の状況）を、「医療スタッフ端末から電子タグへの優先順位の入力」という観点で整理し、システムに必要な要件として以下のようにまとめた。

◆ I～IVのすべてに関係する機能的要件

- a) 利便性：トリアージ実施者に余分な動作を増やさない。
- b) 可用性：屋外で使用可能であり、風雨/泥に耐性がある。
- c) 感染症予防：血液等による感染症予防が可能である。
- d) 性能：トリアージ現場で利用可能な性能を有している。

◆ 主にIVに関係する主観的要件

- e) 安心性：電子タグに優先順位が入力されたことをトリアージ実施者が直感的に確認できる。

本論文では以降、I（電子タグのIDの取得）、II（医療スタッフ端末への優先順位の入力）、III（医療スタッフ端末から電子タグへの優先順位の送信）、IV（優先順位入力完了の通知）の各フェーズごとに、上記の要件a～d、要件e

を満足する方式を検討していく。

4. 既存方式の検討

まず、本章では、既存方式の調査を通じて、I, II, III, IVの各手順の機能を実装するにあたっての具体的な方式について検討を行う。

4.1 電子タグのIDの取得

手順Iの「電子タグのIDの取得」に関する既存方式としては、Inoueらの方式があげられる[10]。Inoueらは、RFIDとモバイルネットワーク機器を用いることによって、傷病者の情報収集の自動化を提案している。このように、RFIDタグを電子トリアージタグに貼付し、RFIDタグのIDを電子トリアージタグのIDとして使用することが可能である。RFIDタグはRFIDリーダを近づけることによって取得することができる。すでに実用化されているRFIDとして、たとえば μ チップ[11]がある。

しかし、通信範囲が広いRFIDを使用した場合には、傷病者（電子タグ）が密集した場所であると電子タグが重なってしまい、複数の電子タグのIDを読み出してしまう可能性が考えられる。これを防ぐためには通信範囲の狭いRFIDを使用する必要があるが、その場合は、トリアージ実施者がわざわざ医療スタッフ端末（RFIDリーダ）を手に取り、傷病者の電子トリアージタグ（RFIDタグ）に十分近づけてやる必要がある。また、その際、医療スタッフ端末が傷病者に触れて、血液等が付着する恐れもある。このため、要件aとcについては改善の余地があると思われる。

4.2 医療スタッフ端末への優先順位の入力

手順IIの「医療スタッフ端末への優先順位の入力」に関する既存方式としては、芦田らの方式があげられる[12]。芦田らは、デジタルペンを用いてトリアージタグに情報を入力する方式を提案している。トリアージ実施者が情報をトリアージタグにデジタルペンで記入すると、文字が自動的に認識されデジタル化される。記載が終了した時点で記入者がタグの所定箇所をタッチすれば、Bluetooth等を経由して瞬時にその情報がパソコンに送られる。

この方式は、デジタルペンを用いることで従来のトリアージと同様の使い勝手を実現しているが、逆にいえば、タグ情報の記入に従来と同じだけの手間がかかることを意味する。また、トリアージの過程で、デジタルペンに傷病者の血液等が付着する恐れがある。このため、要件aとcについては改善の余地があると思われる。

そもそも、実装の容易さという観点からは、医療スタッフ端末にボタン（またはタッチパネル）を設け、トリアージ実施者がボタンの押下によって優先順位を入力するという方法が一番現実的であると思われる。しかし、トリアージ実施者はトリアージの過程で傷病者を触診する。よっ

て、ボタン入力の場合、傷病者に触れた手で医療スタッフ端末のボタンを押すことになるため、端末を媒介して感染症が発生する恐れがある。このため、要件cの観点からは、ボタン入力による方法は適切ではないと考えられる。感染症を防ぐためには、非接触での入力方法を採用し、医療スタッフ端末はなるべく外部に露出させない（トリアージの最中は、医療スタッフはポケットの中に端末を入れておく）ことが好ましい。

4.3 医療スタッフ端末から電子タグへの優先順位の送信

手順 III の「医療スタッフ端末から電子タグへの優先順位の送信」に対しては、著者らの調べた限りでは、関連する具体的な既存方式は存在していない。通信インフラとしては、端末からタグへの有線チャンネルを使う方法と無線チャンネルを使う方法に大別されるが、要件 a, b, c の観点から無線チャンネルの利用が適切であろう。

4.4 優先順位入力完了の通知

手順 IV の「優先順位入力完了の通知」に対しては、著者らの調べた限りでは、関連する具体的な既存方式は存在していない。通知方式としては、トリアージ終了の時点で電子タグには優先順位に応じた色の LED が点灯することになる [3]。すなわち、トリアージ実施自身がそれを見ることによって動作の完了が確認できるため、要件 e は満たす。ただし、トリアージ実施者にわざわざ目視での LED 点灯の確認を求めることになり、要件 a にいささか反することになる。

5. 人体通信と音声入出力による提案方式

本章では、前章の検討結果を参考に、I, II, III のそれぞれに対して、要件 a~d を満たす方式を提案する（5.1~

5.3 節）。具体的には、I を人体通信によって、II を音声入力によって、III を無線アドホックネットワークによってそれぞれ実装する。また、IV に対して、要件 a~e を満たす方式を提案する（5.4 節）。具体的には、動作の完了を音声によって通知する。提案方式のシステム概念図を図 2 に示す。

5.1 人体通信による電子タグ ID 取得

人体通信 [13] とは、人体を通信路として信号を伝送する技術である。人体通信にはいくつかの方式があるが、本システムでは静電容量方式 [14], [15] の人体通信を採用する。静電容量方式による人体通信方式は、送信装置と受信装置にそれぞれ絶縁体でコーティングされた電極を取り付け、送信装置側の電極に交流電圧をかけることによって信号を送信し、受信装置の電極によりそれを受信する。人体と電極間の静電誘導現象によってデータを通信しているため、電極に直接触れることなく通信を行うことが可能である。

人体通信を用いることによって、要件 a~d を満足する形で I の「電子タグの ID の取得」を実現することができる。その詳細を以下に記す。

a) 利便性：トリアージ実施者に余分な動作を増やさない

トリアージ（医療行為）の際にトリアージ実施者は傷病者に触れる。人体通信であればその過程で電子タグ ID の取得が可能であるため、ID 取得のために余分な動作が増えることはない。

b) 可用性：屋外で使用可能であり、風雨/泥に耐性がある
静電容量結合方式の人体通信は、絶縁体が電極と人体の間にある場合でも通信可能である。風雨や泥等の汚れを防ぐためにラバーケース等で装置（医療スタッフ端末や電子タグ）を包んだ状態であっても利用可能なため、風雨泥に

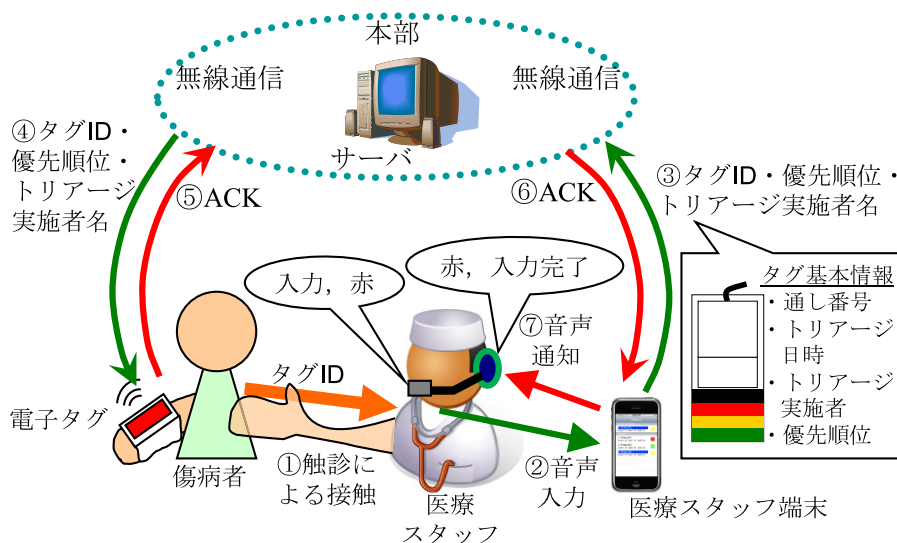


図 2 人体通信と音声入出力を用いた優先順位入力システム

Fig. 2 Proposed system using intra-body communication and voice input/output.

耐性があるといえる。トリアージ実施者が感染症予防のゴム手袋を着用していても問題ない。

c) 感染症予防：血液等による感染症予防が可能である

医療スタッフは傷病者を触診しながらトリアージを実施するため、医療スタッフ端末が露出していると傷病者の血液等が端末に付着し、それを介して感染症が発生する恐れがある。静電容量結合方式の人体通信であれば、トリアージ実施者が装置（医療スタッフ端末）をポケットに入れた状態でも電子タグのIDを読み取ることが可能なため、感染症予防に効果があると期待できる。

d) 性能：トリアージ現場で利用可能な性能を有している

人体通信は、技術レベルではすでに実用化されている [13], [14], [15], [16]。ただし、トリアージ現場での人体通信のデータ伝送精度に関しては実地実験等による確認が必要である。

5.2 音声入力による医療スタッフ端末への優先順位の入力

医療スタッフ端末を直接操作して優先順位を入力するという方法をとる限り、トリアージや医療行為の過程で医療スタッフ端末に血液等が付着し、それを介して感染症が発生する恐れがある。よって、感染症予防の観点からは、非接触での操作によって医療スタッフ端末に優先順位を入力できるようにし、医療スタッフ端末自体はなるべく露出させないことが好ましい。そこで我々は、優先順位を医療スタッフ端末へ入力する方法として音声入力を採用する。

音声入力を用いることによって、要件 a~d を満足する形で II の「医療スタッフ端末への優先順位の入力」を実現することができる。その詳細を以下に記す。

a) 利便性：トリアージ実施者に余分な動作を増やすことがない

音声入力となるため、ハンズフリーで優先順位を医療スタッフ端末に入力可能であり、トリアージの実施に支障をきたすことはないと考えられる。

b) 可用性：屋外で使用可能であり、風雨/泥に耐性がある
騒音環境で利用可能なヘッドセットが実用化されている [17] ことや、入力された音声から雑音を処理するプログラム [18] が開発されているため、屋外での音声入力は可能だと考えられる。

c) 感染症予防：血液等による感染症予防が可能である

音声入力であれば、トリアージ実施者はヘッドセットを通じて医療スタッフ端末に優先順位を入力することができる。このためトリアージ実施者は、医療スタッフ端末自体はポケットに入れたままの状態、端末に触れずに優先順位を入力できる。よって、医療スタッフ端末に傷病者の血液等が付着することがなく、端末を介した感染症の予防に効果があると考えられる。

d) 性能：トリアージ現場で利用可能な性能を有している
音声入力を利用したトリアージシステム [19] が研究開発

されていることから、現在の音声認識技術はトリアージ現場でも十分利用できると考えられる。また、要件 b の項で示したとおり、現場での利用を目的とした音声入力装置も開発されている。ただし、災害現場の騒音レベル下での音声入力の認識精度に関しては実地実験等による確認が必要である。

5.3 アドホックネットワークによる医療スタッフ端末から電子タグへの優先順位の送信

3章で述べたように、実際の電子トリアージシステム [3] においては、無線アドホックネットワークによって医療スタッフ端末、電子タグと本部のサーバが結ばれる。アドホックネットワークは、通信チャネルの自動構築と無線通信という特長を有しており、医療スタッフ端末から電子タグへ優先順位を送信する手段として十分適格である。

アドホックネットワークを用いることによって、要件 a~d を満足する形で III の「医療スタッフ端末から電子タグへの優先順位の送信」を実現することができる。その詳細を以下に記す。

a) 利便性：トリアージ実施者に余分な動作を増やすことがない

電子トリアージシステム [3] で確保されている無線通信インフラを用いて、医療スタッフ端末 → 本部サーバ → 電子タグという経路で優先順位を送ることができる。医療スタッフ端末から電子タグへ優先順位を送信するための通信チャネルをトリアージ実施者が改めて別個に設立する必要はない。

b) 可用性：屋外で使用可能であり、風雨/泥に耐性がある
無線通信であるため、屋外でも問題なく使用できる。

c) 感染症予防：血液等による感染症予防が可能である
無線通信であるので、トリアージ実施者は医療スタッフ端末をポケットに入れたままの状態、優先順位を電子タグに送信できる。よって、医療スタッフ端末に傷病者の血液等が付着することがなく、端末を介した感染症の予防に効果があると考えられる。

d) 性能：トリアージ現場で利用可能な性能を有している
電子トリアージシステム [3] で実際に用いられている無線通信インフラであるため、実用性は十分であると考えられる。

5.4 音声による優先情報入力完了の通知

電子タグを見れば表示されている色を確認することはできるが、その場合は、トリアージ実施者にトリアージのたびに目視確認を強いることになる、要件 a に反する。そこで我々は、電子タグが受信した優先順位を音声によってトリアージ実施者に通知する方法を採用する。

音声通知であれば、要件 a~d を満足する形で要件 e の「電子タグの優先順位の受信成功の確認」を実現すること

表 1 比較検討結果

Table 1 Result of comparative review.

		機能的要件				主観的要件
		a 利便性	b 可用性	c 感染症予防	d 性能	e 安心性
(I)	RFID (Inoueら[10])	△	○	△	○	
	人体通信	○	○	○	○	
(II)	デジタルペン (芦田ら[12])	△	○	△	○	
	ボタン入力	○	○	×	○	
	音声入力	○	○	○	○	
(III)	有線チャンネル	×	×	×	○	
	無線チャンネル	○	○	○	○	
(IV)	LED点灯	△	○	○	○	×
	音声出力	○	○	○	○	○

ができる。その詳細を以下に記す。

a) 利便性：トリアージ実施者に余分な動作を増やすことがない

結果が音声で通知されるため、トリアージ実施者が能動的に電子タグの優先順位を確認する必要がない。

b) 可用性：屋外で使用可能であり、風雨/泥に耐性がある

5.3 節で説明したように、無線アドホックネットワークによって医療スタッフ端末、電子タグと本部のサーバが結ばれている。よって、この無線通信インフラを用いて、電子タグ → 本部サーバ → 医療スタッフ端末という経路で、電子タグにおける優先順位の受信成功 (ACK) を医療スタッフ端末に伝えることができる。また、5.2 節で説明したように、トリアージ実施者は医療スタッフ端末への音声入力を行うためのヘッドセットを装着している。よって、医療スタッフ端末はトリアージ実施者にヘッドセットのイヤホンを使って ACK の到着を音声で通知することが可能である。

c) 感染症予防：血液等による感染症予防が可能である

音声通知はヘッドセットを通じて行われるため、トリアージ実施者は医療スタッフ端末自体をポケットに入れたままの状態です持できる。よって、医療スタッフ端末に傷病者の血液等が付着することがなく、端末を介した感染症の予防に効果があると考えられる。

d) 性能：トリアージ現場で利用可能な性能を有している

騒音耐性のあるヘッドセット [17] や骨伝導イヤホン [22] 等、騒音環境で利用可能なヘッドセットが実用化されていることから、音声通知はトリアージ現場でも十分利用できると考えられる。ただし、災害現場の騒音レベル下での音声通知の認識精度に関しては実地実験等による確認が必要である。

e) 安心性：電子タグに優先順位が入力されたことをトリアージ実施者が直感的に確認できる

ここで、トリアージ実施者にとって重要なことは、「確かに電子タグに優先順位が記録された」という事実が確認できることである。よって、トリアージが終了した時点で、

「確かに電子タグに優先順位が記録された」ことをトリアージ実施者に知らせるようにすれば要件 e は満たされるものと予想される。さらに、トリアージの実施中に不具合があった場合には、その時点でトリアージ実施者にアラートをあげるべきである。そこで、医療スタッフ端末が電子タグの ID を取得していないのにトリアージ実施者による優先順位の入力があった場合（すなわち、I が完了する前に II が行われた場合）には、トリアージ実施者に音声によってその旨を通知することにする。

5.5 検討結果

4 章および 5.1～5.4 節の比較検討の結果を表 1 に示す。

6. 実装と評価

提案方式の有効性を実証実験を通じて評価する。本来ならばすべての要素技術の組合せを比較すべきだが、実験が煩雑になってしまうため、I に対しては RFID と人体通信の比較 (6.1 節)、II に対してはボタン入力と音声入力の比較 (6.2 節)、IV に対しては、LED 点灯と音声出力の比較 (6.3 節) をそれぞれ個別に行うこととした。II のデジタルペン入力については紙製のトリアージタグにおける入力と同等であることから、また、III の有線と無線の比較については自明であることから、実験対象から除外した。同様に、RFID [11]、人体通信 [14]、騒音耐性のあるヘッドセット [17]、音声認識における雑音除去プログラム [18]、骨伝導イヤホン [22] 等はすでに市販品も存在することから、各方式の可用性 (要件 b) と性能 (要件 d) を確認する実験は 6.1～6.3 節を通じて省略する。ただし、騒音環境における音声入出力の可用性については 6.4 節で考察する。

6.1 人体通信と RFID の比較実験

電子タグ ID の取得方法に人体通信を利用する人体通信方式と、RFID (μ チップ) を利用する μ チップ方式の 2 方式のシステムのプロトタイプを実装し、利便性 (要件 a) と感染症予防 (要件 c) に関する評価実験を行う。具体的

には、トリアージ実施者役の被験者にゴム手袋を装着してもらったうえで、人体通信と RFID による両方の電子トリアージシステムを用いてそれぞれ傷病者役の被験者の優先度を判定してもらい、その際のトリアージ所要時間を比較する。本実験は I に関する比較実験であるため、2 方式とも II は音声入力、III は無線 LAN、IV は音声出力で固定した。今回はプロトタイプ実装のため、電子タグ、医療スタッフ端末、本部のサーバはそれぞれ PC のアプリケーションによって実装した。すべての PC の OS は Microsoft Windows 7、アプリケーション開発言語は C# (VisualStudio2008) である。電子タグ用の PC および医療スタッフ端末用の PC は、それぞれ TCP/IP 通信機能によって本部のサーバ役の PC と無線通信を行う。無線 LAN は、C# の標準関数から OS の API をコールして利用している。音声入力における音声認識エンジンには、Windows 7 に標準搭載されている Microsoft Speech Recognizer 8.0 for Windows (Japanese - Japan) を用いた。使用したヘッドセットは BUFFALO BMHUH01SVA である。

6.1.1 人体通信を用いた電子トリアージシステム

人体通信回路には、カイザーテクノロジーの人体通信モジュール Wirelesswire を採用した。人体通信速度 (Baud Rate) は 1200 Baud である。電子タグは、電子タグ用の PC (PC-A) と人体通信送信回路 Wirelesswire KTA-01D-CP8 によって実装した。実験の邪魔にならないように、傷病者役の被験者には人体通信送信回路部分のみを装着してもらい、PC-A (ノート PC) は黒子役の実験補助者が保持するようにした。医療スタッフ端末は、医療スタッフ端末用の PC (PC-B) と人体通信受信回路 Wirelesswire OR-09-CP8BT によって実装した。実験の邪魔にならないように、トリアージ実施者役の被験者には人体通信受信回路部分のみを所持してもらい、PC-B (ノート PC) は黒子役の実験補助者が保持するようにした。

優先順位の電子タグへの入力の流れは以下のとおりである (図 2 中の ①～⑦ に対応)。あらかじめ医療スタッフ端末にトリアージ実施者名を入力してある状態とする。

- ① トリアージ実施者が傷病者の優先順位を診断する。その診断行為の中で、傷病者の電子タグ ID が医療スタッフ端末に人体通信によって伝達される。今回は、傷病者の優先順位の判定に START 法 (図 3) を用いた。
- ② トリアージ実施者は、音声入力によって優先順位を医療スタッフ端末に通知する。ただし、優先順位の色が音声入力された時点で電子タグの ID が受信されていない場合は、医療スタッフ端末が「タグに触ってください」と音声でトリアージ実施者へ通知し、電子タグ ID の入力を待つ。
- ③ 医療スタッフ端末は、タグ ID と優先順位とトリアージ実施者名をサーバに送信する。
- ④ サーバは、当該 ID の電子タグに優先順位とトリアー

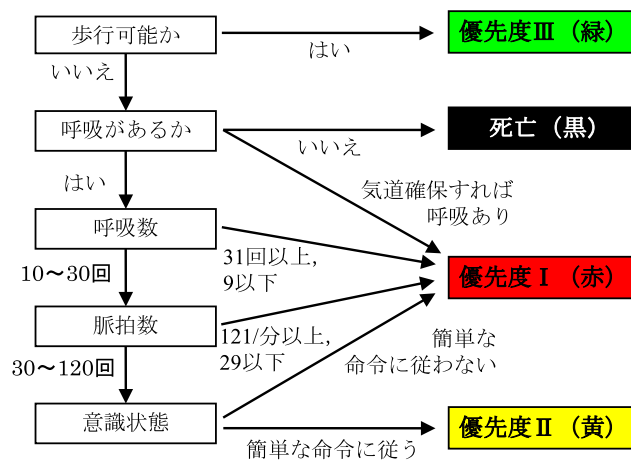


図 3 START 法

Fig. 3 Simple Triage and Rapid Treatment.

ジ実施者名を送信する。

- ⑤ 電子タグは受信した情報を保存し、自分の優先順位の色を点灯させる。同時に、サーバに ACK を返送する。
- ⑥ サーバは、医療スタッフ端末に ACK を返送する。
- ⑦ 医療スタッフ端末は、タグへの優先順位入力完了したことを音声によってトリアージ実施者に知らせる。なお、⑥ の後 10 秒間は優先順位の色の変更を受付可能となっており、その間にトリアージ実施者が再度音声入力によって優先順位を医療スタッフ端末に通知した場合は、② に戻る。

6.1.2 RFID を用いた電子トリアージシステム

RFID には、セコニックのハンディ型 μ チップリーダステッアップキット (R001M-KIT) を採用した。電子タグは、PC-A と μ チップシールタグによって実装した。実験の邪魔にならないように、傷病者役の被験者には μ チップシールタグのみを装着してもらい、PC-A (ノート PC) は黒子役の実験補助者が保持するようにした。医療スタッフ端末は、PC-B とハンディ型 μ チップリーダによって実装した。実験の邪魔にならないように、トリアージ実施者役の被験者には μ チップリーダのみを所持 (肩掛けバッグ型のホルダにリーダを収納) してもらい、PC-B (ノート PC) は黒子役の実験補助者が保持するようにした。RFID を用いたシステムは、人体通信を用いたシステムにおける人体通信モジュールが μ チップモジュールに換装されただけのシステムである。

優先順位の電子タグへの入力の流れは以下のとおりである。あらかじめ医療スタッフ端末にトリアージ実施者名を入力してある状態とする。

- ① トリアージ実施者が傷病者の優先順位を診断する。診断中のいずれかの時点で、トリアージ実施者は μ チップリーダを傷病者の μ チップシールタグにかざし、傷病者の電子タグ ID を医療スタッフ端末に取り込む。今回は、傷病者の優先順位の判定に START 法 (図 3)

表 2 比較実験の結果

Table 2 Experimental result.

	正答数	標準偏差	平均時間 (秒)	標準偏差 (秒)
人体通信システム				
Aグループ平均	18.9	1.1	39.19	3.57
Bグループ平均	19.1	1.8	36.05	2.84
全体平均	19.0	1.5	37.62	3.58
μ チップシステム				
Aグループ平均	19.8	0.6	41.45	4.40
Bグループ平均	19.4	0.7	41.72	3.65
全体平均	19.6	0.7	41.59	4.04

を用いた。

- ② トリアージ実施者は、音声入力によって優先順位を医療スタッフ端末に通知する。ただし、優先順位の色が音声入力された時点で電子タグのIDが受信されていない場合は、医療スタッフ端末が「タグを読み取ってください」と音声でトリアージ実施者へ通知し、電子タグIDの入力を待つ。

- ③～⑦は、人体通信を用いたシステムにおける流れと同じである。

6.1.3 実験

今回は病院内のトリアージポスト（室内）でのトリアージを想定し、トリアージ実施者は医療スタッフ端末を、傷病者は電子タグをすでに装着している状態で実験を行う。トリアージ実施者は、トリアージおよびシステム利用に関する初期導入教育を受けているものとする。そのため、今回の被験者にはあらかじめ各方式の練習を十分行ってもらった。ただし、本実験はSTART法に関する評価が目的ではないため、被験者はSTART法の手順を記した紙をつねに目視で確認できる状態で実験を行っている。

被験者のうち、トリアージ実施者役は20名（情報系大学の学部～修士の学生、女性：8名、男性：12名）である。実験における順序効果と男女数を考慮し、20名を2グループに分けて実験を進める。Aグループは先に人体通信システム（6.1.1項）の実験、その後 μ チップシステム（6.1.2項）の実験を行う。Bグループは逆の順序で実験を行う。トリアージ実施者役の被験者は各自、人体通信システムと μ チップシステムによりそれぞれ20名分の傷病者のトリアージを行う。傷病者役の被験者は1名であり、順番に20名分の傷病者の役を演じる。優先順位の異なる20名分の症例を記したシナリオボードを用意した。

トリアージ実施者役の被験者は、ゴム手袋を着用し、START法に沿って傷病者を診断し、優先順位を決定する。その際、トリアージ実施者役の被験者は優先順位の判定に必要な質問（例「歩けますか？」）を傷病者に尋ねる。傷病者役の被験者は、トリアージ実施者に尋ねられた質問に対し、シナリオボードを見ながら返答（例「歩けます」）する。

表2に、人体通信システムと μ チップシステムによるトリアージにおける判定についての正答数と所要時間、および各標準偏差を示した。全体的に μ チップシステムよりも人体通信システムを用いたほうがトリアージが平均約4秒間短いという結果となった。有意な差とはいえないまでも、トリアージの現場においてはそのわずかな差が生死を分ける場合もありうる。少しでも短時間で操作できるという意味では、人体通信を用いる提案方式の妥当性が示唆される結果が得られたのではないかと考える。

6.2 音声入力とボタン入力の比較実験

IIに関する比較実験として、医療スタッフ端末への優先順位を音声によって入力する方式とボタン押下によって入力する方式の利便性（要件a）を評価する。感染症予防（要件c）に関しては、入力装置との接触のない音声入力方式のほうが有効であることが自明だと思われるため、実験から除外した。本実験においては、入力操作の比較が行えればよいとため、電子トリアージシステムは実装せず、1回の「音声の発話」と1回の「ボタンの押下」を単純に比較することによって実験を簡素化した。

優先順位の入力のために音声を発している時間を計測すると約1秒であり、ボタン入力に要する時間も約1秒だった。キーボードの入力等は操作に習熟すれば音声入力よりも高速に打鍵が可能となる。しかし、トリアージの優先順位の入力においては、連続打鍵をするような状況は起こらず、傷病者1人ひとりを診断しながら優先順位の入力を行っていくことになる。この場合は、音声入力であってもボタン入力と同程度の時間で優先順位の入力が可能であるといえる。これに、感染症予防の要件を含めて考察すると、音声入力を用いる提案方式の妥当性が確認できたのではないかと考える。

6.3 音声出力とLED点灯の比較実験

IVに関する比較実験として、優先順位の入力完了を音声によって通知する方式とLED点灯によって通知する方式の利便性（要件a）と安心性（要件e）を評価する。感

染症予防（要件 c）に関しては、どちらの方式も特に問題はないことが自明だと思われるため、実験から除外した。LED 点灯による情報通知は日常的に様々な装置で利用されており、優先順位に合わせて光る LED が備わった電子トリアージタグがどんなものか想像がつくと考えられるため、6.1 節の実験に参加した被験者に「もし今回の電子タグに LED がついていたら、音声通知と LED 通知のどちらが使いやすいか」という質問紙を用いて調査するという方法をとることとした。質問紙は、DMOS 評価 (Degradation Mean Opinion Score) を参考にして、音声通知と比べて LED 点灯による通知方式がどれくらい使いやすいと思われるかを 5 段階で答えてもらった。1 に近いほど音声通知が良い結果となり、5 に近いほど LED 通知が良い結果となる。

結果は、平均 3.15、標準偏差 1.19 (A グループ：平均 3.40、標準偏差 0.92, B グループ：平均 2.90、標準偏差 1.37) となった。音声通知の方が良いという被験者の多くは、「LED 通知だと、脈拍の測定中など視線が傷病者に向いている最中に、入力完了を確認するためにわざわざ視線をタグ (LED) へ移すという動作が面倒であると思われる」という理由であった。一方、LED 通知の方が良いという被験者の多くは、「音声通知だと、周りの騒音によって通知を聞き逃すことに対する不安がある」という理由であった。音声通知と LED 通知を併用することによって、音声通知を用いる提案方式の入力完了確認をより確実に、かつ、安心して行えるようにできるのではないかと考えられる。

6.4 騒音環境における可用性について

6.1 節の実験は病院内のトリアージポストを想定したが、事故・災害現場の近くでトリアージが行われる場合もありうる。現場付近は救急車両やヘリコプタの往来をともなうため、相応の騒音環境にあると考えられる。提案方式は音声入出力を有するため、騒音環境下での可用性に対する考察が必要である。

著者らの調べた限り、事故・災害現場の騒音レベルに関する公式な情報を見つけることはできなかったが、事故・災害現場の状況を文献 [23] に記されている騒音レベルと照らし合わせて考えるに、事故・災害現場の騒音は 100 dB 程度ではないかと想定される。これに対し、たとえば BOSE 社の Aviation Headset X [17] は航空機用ヘッドセットであり、115 dB の騒音下でも米空軍の明瞭度評価テストで 95% の高スコアを記録しているとの記載が製品紹介の中にある。他にもエフ・アイ・ティー・パシフィック株式会社の咽喉マイク&骨伝導イヤホン [22] においては、120 dB 以上の騒音下での送話を実現していることが記されている。また、芦田らの音声認識トリアージデータ入力システム [19] では、話者用マイクのほかに、背景雑音集音マイクがついており、背景雑音を打ち消しあうような処理を行うことで、

一般的な騒音下であれば発音が小さい場合でも認識が可能であることが実証されている。入力された音声から雑音を処理するシステムも開発されている [18]。このように、相応の騒音環境でも利用可能とされるヘッドセットや音声認識装置がすでに実用化されており、事故・災害現場の騒音レベルであっても提案システムの可用性は保たれるのではないかと期待できる。

また、騒音の影響を具体的に調査するために簡易的な実験を行った。簡易防音室内にて「 α 波 1/f のゆらぎ～雨音のモノログ」というタイトルの CD [21] を 84 dB の音量でスピーカから再生した状況において、男女各 1 名の被験者に 6.1.1 項の実験を再度行ってもらった。なお、ここでは音声入出力の可用性の確認が焦点となるため、実際に傷病者に対するトリアージの判断は行わず、6.1.1 項の手順の中で発生する音声入出力の箇所のみを疑似的に再現した実験としている。上述のように、事故・災害現場の騒音は 100 dB 程度であると想定されるが、「騒音障害防止のためのガイドライン」[22] に 85 dB 以上の騒音下の実験は被験者の健康に悪影響を与える可能性があるとの注記があったため、今回は 84 dB の騒音下での実験とした。また、著者らの調べた限り、事故・災害現場の実際の「音」についても入手ができなかったため、今回は強い風雨を想定し、雨音の CD を音源に使った。使用したヘッドセットは 6.1 節の実験で使用したヘッドセットと同じである。実験は両被験者ともに 6.1.1 項の手順を 10 回繰り返してもらった。音声入力に関しては、6.1 節の実験環境（室内）と今回の騒音環境の平均誤認識率は、男性被験者が室内 0.02（全 81 発話中、誤認識 2 回）、騒音下 0.00（全 70 発話中、誤認識 0 回）、女性被験者が室内 0.16（全 102 発話中、誤認識 16 回）、騒音下 0.14（全 70 発話中、誤認識 20 回）という結果で、環境による有意差は認められなかった。6.1 節の実験環境（室内）での発話数は、実際の実験時の発話数であり、言い直し等の発話も含んでいる。音声出力についても、両被験者に対する実験終了後のヒアリング結果からは、どちらの環境においてもヘッドホンの音声は明瞭に聞き取れたとの回答であった。

7. 考察とまとめ

本論文では、電子トリアージシステムにおける電子タグに優先順位を入力する手段として、人体通信と音声入出力を利用する方式を提案した。人体通信による電子タグ ID の取得に関しては、RFID (μ チップ) との比較によってその妥当性の確認を行った。音声入力による医療スタッフ端末への優先順位の入力については、ボタン入力と同程度の所要時間で済むことを確認した。音声出力による優先順位入力完了の通知については、LED との併用が効果的であるという知見が得られた。以上より、プロトタイプによる実装と基礎的な実験ではあるが、提案方式の有効性が示唆さ

れる結果を得ることができた。

従来のトリアージでは、紙製のトリアージタグが唯一の救護情報の媒介手段となるため、傷病者につけられているタグがすぐに分かるように、タグをつける場所に決まり（右手首 → 左手首 → 右足首 → 左足首 → 首）が定められている。今後、人体通信を備えた電子トリアージタグが用いられるようになれば、トリアージ実施者は（人体通信回路を備える）医療スタッフ端末を身につけるだけで、タグが傷病者の人体のどこに装着されていても ID の読み取りが可能であるため、電子タグの装着場所を意識せずにトリアージに臨むことが可能になると期待できる。また、音声入力では医療スタッフ端末の消費電力削減にも効果があると期待している。たとえば、キーワードの発声をトリガに医療スタッフ端末を起動させることで、医療スタッフが他の作業をしているときには自動的に端末を省電力モードでスリープさせておくことができる。充電のままならない事故・災害現場においては非常に有効であると考えられる。

今後は、より現実的な環境において実験を繰り返して評価精度を高めるとともに、利便性および信頼性の向上を目指し、方式の改良と検討を行う。

謝辞 日本電信電話株式会社マイクロシステムインテグレーション研究所品川満様、川野龍介様には、人体通信方式に関してご教授いただいた。静岡大学萩川友宏准教授、東京都立産業技術高専吉沢昌純教授、株式会社三矢研究所古澤健治様、大阪大学坂主圭史助教には、本方式に関しての助言をいただいた。ここに深く謝意を表する。

参考文献

- [1] NHK：トリアージ 救命の優先順位 (2010.8), 入手先 <http://www.nhk.or.jp/special/onair/070423.html>.
- [2] 読売新聞記事ヨミダス歴史館, 秋葉原殺傷, 無線交錯で救命混乱 トリアージ搬送に課題, 入手先 <https://database.yomiuri.co.jp/rekishikan/> (参照 2008-11-27).
- [3] 戦略的創造研究推進事業 CREST, 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, 平成 19 年度研究実施報告書 (2011.1), 入手先 http://www.sen.jst.go.jp/result/result_h19/higashino/higashino001.pdf.
- [4] 藤井彩恵, 内山 彰, 前田久美子, 梅津高朗, 山口弘純, 東野輝夫：少数の基準位置情報を移動無線端末間で補完する位置推定手法の提案と評価, 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.12, pp.3977-3985 (2007).
- [5] 安倍史江, 西垣正勝：人体通信による電子トリアージタグへの情報伝達の提案, 2009 年暗号と情報セキュリティシンポジウム予稿集, CD-ROM (論文 No.4E2-1) (2009.1).
- [6] 安倍史江, 山本 匠, 西垣正勝：人体通信による電子トリアージタグへの情報伝達：システムの実装, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2009) シンポジウム論文集, pp.1849-1854 (2009.7).
- [7] 安倍史江, 山本 匠, 藤川真樹, 加藤康男, 西垣正勝：人体通信を利用した電子トリアージタグへの情報入力：評価実験, コンピュータセキュリティシンポジウム 2010 論文集, pp.91-96 (2010.11).
- [8] 山本保博, 鶴飼 卓, 国際災害研究会：トリアージ—その意義と実際, 荘道社 (1999.4).
- [9] 西日本新聞, 2009.3.21 朝刊, 「トリアージ」進まぬ周知災害, 事故時の治療優先順位付け 医師「人命救助力を」.
- [10] Inoue, S., Sonoda, A. and Yasuura, H.: Triage with RFID tags for Massive Incidents, *RFID Handbook: Applications, Technology, Security and Privacy*, Ahson, S. and Ilyas, M. (Eds.), chapter 18, pp.329-349, CRC Press (2008.3).
- [11] 日立製作所： μ -Chip, 入手先 <http://www.hitachi.co.jp/Div/jkk/glossary/0438.html>.
- [12] 芦田 廣, 竹島茂人, 脇坂 仁, 植木哲司, 山本哲浩, 唐澤憲治, 稲葉哲也, 辻 晃一, 小村隆史：デジタルペンを用いたトリアージタグ入力システム—自衛隊中央病院での大量傷病者受け入れ訓練での試用報告—, 日本集団災害医学会誌, Vol.13, No.1, pp.56-60 (2008).
- [13] Baldus, H., Corroy, S., Fazzi, A., Klabunde, K. and Schenk, T.: Human-Centric Connectivity Enabled by body-Coupled Communications, *IEEE Communications Magazine*, Vol.47, Issue 6, pp.172-178 (2009.6).
- [14] 日本電信電話株式会社：レッドタクトン, 入手先 <http://www.ntt.co.jp/news/news05/0502/050218.html>.
- [15] 加藤康男, 秋岡 幸, 三林浩二：ユビキタス人体通信による脈拍計測, 電子情報通信学会技術研究報告, MVE2005-37, pp.61-64 (2005.9).
- [16] コニカミノルタ, 大日本印刷：コニカミノルタと大日本印刷が共同開発した世界初の「人体通信カード認証 MFP システム」が世界最大級の IC カード技術展示会「CARTES & IDentification」の 2010 SESAMES Awards におけるファイナリストに選出, 入手先 <http://www.konicaminolta.jp/about/release/2010/1029.01.01.html> (参照 2010-10-29).
- [17] BOSE 社：Aviation Headset X, 入手先 http://www.bose.co.jp/jp-jp?url=/pro_sound/flight/aviation_headset_x/aviation_headset_x.jsp.
- [18] BIAS, SoundSoapPro 2, available from <http://www.bias-inc.com/products/soundSoapPro2/>.
- [19] 芦田 廣, 脇坂 仁, 鎌田志保, 白石安永, 濱野邦久：音声認識トリアージデータ入力システムの試作と評価, 医療情報学連合大会論文集, pp.953-955 (2007.11).
- [20] CD「 α 波 1/f のゆらぎ～雨音のモノローグ」, 日本クラウン, CRCI20490, ASIN: B00005HMX0.
- [21] 騒音障害防止のためのガイドライン (全文), 厚生労働省基準局, 入手先 <http://www.kawaijibika.gr.jp/guideline.shtml>.
- [22] エフ・アイ・ティー・パシフィック株式会社：咽喉マイク & 骨伝導イヤホン, 入手先 http://www.fitpacific.com/solution_cs/bone/mic.html.
- [23] 騒音レベルの代表例, 入手先 http://www.noborudenki.co.jp/consultation/knowledge_6.html.



西垣 正勝 (正会員)

1990 年静岡大学工学部光電機械工学科卒業。1992 年同大学大学院修士課程修了。1995 年同博士課程修了。日本学術振興会特別研究員 (PD) を経て、1996 年静岡大学情報学部助手。同講師、助教授の後、2006 年より同創造科学技術大学院助教授。2007 年同准教授、2010 年同教授。博士 (工学)。情報セキュリティ全般、特にヒューマニクスセキュリティ、メディアセキュリティ、ネットワークセキュリティ等に関する研究に従事。



安倍 史江

2009 年静岡大学情報学部情報科学科卒業。2011 年同大学大学院修士課程修了。在学中情報セキュリティに関する研究に従事。同年三洋電機株式会社入社、現在に至る。



山本 匠 (正会員)

2006 年静岡大学情報学部情報科学科卒業。2007 年 9 月同大学大学院修士課程修了。2010 年 9 月同創造科学技術大学院博士課程修了。日本学術振興会特別研究員 (DC1)、同研究員 (PD) を経て、2011 年 4 月三菱電機株式会社情報技術総合研究所入社。情報セキュリティに関する研究に従事。



藤川 真樹 (正会員)

1996 年徳島大学工学部知能情報工学科卒業。1998 年同大学大学院工学研究科博士前期課程修了。2004 年中央大学大学院理工学研究科博士後期課程修了。博士 (工学)。セキュリティとセーフティに関する研究に従事。IEEE 会員。情報処理学会全国大会奨励賞、日本セキュリティ・マネジメント学会賞 (現、論文賞)、IFIPTM2010 Best Demonstration Award 等受賞。



加藤 康男

1987 年東海大学工学部通信工学科卒業。同年 NEC 通信システム (株) 入社。その後 NTT グループに転身、1994 年 NTT アドバンステクノロジー (株) 入社、1998 年 NTT エレクトロニクス (株) に異動、人体通信技術の研究開発に従事。2003 年 (株) カイザーテクノロジーを設立、人体通信技術に関する研究を開始。2006 年東京医科歯科大学専攻生 (大学院博士前期課程相当) 修了。2007 年より慶應義塾大学 SFC 研究所上席所員 (訪問)。2011 年より青山学院大学院理工学研究科理工学専攻知能情報コース博士後期課程在籍。