

大規模災害時における要配慮者向け電子トリアージによる 避難所管理システムの提案

赤坂 幸亮¹ 金丸 斗生¹ 蟹澤 功樹¹
一色 正男¹ 安部 恵一¹

概要: 本稿では, 大規模災害時の避難所における要配慮者向けの電子トリアージシステムを提案する. 要配慮者とは高齢者, 障がい者, 乳幼児その他の特に配慮を要する者としている. 大規模災害時に避難所内において要配慮者の被災状況及び病状に応じて瞬時に色分けを行って救急対応を行う「要配慮者向けのトリアージ」の手法が提案されており, 本稿ではこの提案された要配慮者向けトリアージの手法を基に ICT 化を行い, 避難所内で円滑に要配慮者のトリアージを運用できるシステムを提案する. 具体的には過去に我々が研究開発を進めてきた避難所管理システムに要配慮者トリアージの管理サービス機能を追加したシステムを提案する.

A Proposal on Refuge Management System by Electronic Triage for Persons Requiring Special Assistance at Large-Scale Disaster

KOSUKE AKASAKA¹ KOUKI KANISAWA¹ TOUI KANEMARU¹
MASAO ISSHIKI¹ KEIICHI ABE¹

1. はじめに

2013年5月に改正された災害対策基本法では高齢者, 障がい者, 乳幼児その他の特に配慮を要する人々を要配慮者としている[1]. 2011年に起きた東日本大震災では, こうした要配慮者に対して避難所内での対応が不十分であったという報告が示されている[2] [3]. その主な課題を下記に示す.

- 1) 要配慮者単独では避難できないなど避難行動上の制限あった.
- 2) 人工呼吸などの医療機器を装着した場合電源の喪失により生命の危機にさらされた
- 3) 障がい者(知的・精神)では特定多数の人々が集まる避難所や不慣れた環境に対応できない
- 4) 長距離移動により命を落とし, 長引く避難所生活による心身のストレスで体調を崩し死亡するケースもあった

上記の1)の課題については災害対策基本法の改正を受け, 「災害時の要配慮者の支援体制構築マニュアル」[4]が作成されるなど国や自治体レベルで対応が検討されている. また上記2)の人工呼吸などの医療機器を装着した場合の電源喪失の対応として, 電源断絶時に電力が扱えるように各避難所でバッテリーの完備が進められている[5].

そこで, 本研究では上記の3)と4)の課題に焦点を当て, 対応策を検討する.

課題3と4の解決方法として, 日本赤十字看護大学教授

小原氏[6]らが提案する「要配慮者トリアージ」の手法がある. これは要配慮者が避難所に入所する際, 要配慮者の部屋割り, 病院や福祉避難所への移動の優先度を決定する際要配慮者の状況に応じて色分けを行いスムーズに誘導できるようにしたものである. 例えば知的・精神障がい者などの要配慮者の場合は特定多数の人が集まる場所におかれると適応できない場合があるため, 入所時点で小原氏の提案する「要配慮者向けトリアージ」[6]により色分けを行い, 避難所で準備した隔離部屋にスムーズに誘導する必要があると考えられる. しかし, この要配慮者はトリアージでは避難所の規模によって判断区分に応じた避難スペース及び要配慮者を隔離するための小部屋を迅速に確保できないことも想定される. また, 避難所に医療関係者が必ずしも居合わせるとは限られないため, 医療関係者以外の方がトリアージの判断をしなければならないことも考えられる.

従って, 本稿では, 小原氏の提案する「要配慮者向けトリアージの手法」を基に ICT (Information and Communication Technology) 化を行い, 医療スタッフでない一般人が避難所内にいる要配慮者のトリアージを瞬時にできる要配慮者向け電子トリアージシステムについて提案する. このシステムはこれまでに我々が開発してきた ICT を用いた避難所管理システム[7]と連携したもので今回システム提案する.

2. 関連技術と課題

2.1 災害時救急救命支援に向けた電子トリアージシステム

†1 神奈川工科大学
Kanagawa Institute of Technology.

ム的设计開発

近年、大学及び企業において様々な災害用電子トリアージシステムの研究が行われている[8] [9]。代表的な既存研究として、大阪大学などが開発をした災害時救急救命支援に向けた「電子トリアージシステム」が挙げられる[10]。これは傷病者の生体情報を測定する機器に、無線アドホックネットワークを利用し、一括管理及び位置推定を実装した緊急医療用の電子トリアージシステムである。このシステムを活用することで、時間経過による傷病者の容態変化をリアルタイムで把握し、治療の優先順の決定や、傷病者の位置管理、医療従事者間での情報共有を行うことが出来る。

しかし大規模災害発生後の避難所で長期に渡り生活するためには、要配慮者及び、不慣れな環境かつ長引く避難所生活による心身のストレスによってうつ病などを患った人々に対して医療用とは異なった生活単位での要配慮者の区分分けを行う必要がある、現状の関連技術においてこのような区分分けを行えるシステムになっていないという課題がある。

2.2 災害発生時、避難所における住民による要配慮者の部屋割りトリアージの取り組み

日本赤十字看護大学教授小原真理子氏[6]らは要配慮者の避難所生活や他避難所への移動による疲弊がと考えられている被災後の災害関連死の低減の為に、実際に要配慮者対応に取り組んだ被災地の看護・介護職を対象に行った聞き取り調査を行った。その結果から、START法を用いた傷病者トリアージ(Simple Triage and Rapid Treatment Triage)とは異なる、住民のリーダーが、避難所に入所する際の要配慮者の部屋割り区分、また福祉避難所への移動の優先度を決定する際の判断基準となる「要配慮者トリアージ」が小原氏により提案されている[5]。その避難所入所時におけるトリアージの判断基準を Table 1 に表す[11]。

また、小原氏の論文によると、大規模災害後の避難所生活中、要配慮者の中には容態が急変する人も考えられる。そのため、見た目・外観で判断する「一次トリアージ」の後に、医療スタッフの判断に基づいた「二次トリアージ」を行う二段階式の区分分け方法をとっている[5]。

しかし、避難所によっては要配慮者を部屋区分する避難スペースを確保できない場合があり、避難所内で迅速に福祉避難室及び隔離小部屋の確保・対応を行うことができない。さらに、医療スタッフが必ずしも避難所に居合わせる保証がないため、精神・知的障がい者などの外見では判らない疾患を持つ要配慮者に対して、小原氏の提案する一次トリアージの際に一般人だけでは青色・紫色区分の決定が困難である。加えて、最初から色分けされると周囲からの目を気にして精神的ストレスにもなり、逆プライバシーの侵害にも繋がる恐れも考えられる。

2.3 関連技術のまとめと本研究の位置づけ

これら既存技術の課題をまとめると、下記の通りである。

Table 1 避難所入所時におけるトリアージの判断区分 [6]

	区分	判断基準		避難・搬送先
		概要	実例	
1	治療が必要	<ul style="list-style-type: none"> 治療が必要 発熱, 下痢, 嘔吐 	(酸素)吸引 透析	病院
2	日常生活に全介助が必要	<ul style="list-style-type: none"> ひとりでの食事, 排泄, 移動が不可 	胃ろう 寝たきり	福祉避難所
3	日常生活に一部介助が必要	<ul style="list-style-type: none"> 食事, 排泄, 移動に一部介助が必要 産前, 産後, 授乳中 3歳以下の子どもとその親 	半身麻痺 発達障害 知的障害 視覚障害	(教室等の) 個室
4	自立	<ul style="list-style-type: none"> 歩行可能 介助不必要 		大部屋 体育館

(1) 長期的な避難所生活中で一般人を含む全避難者の容態及び色区分も逐一変化することが考慮されていない

(2) 避難所によっては区分に応じた避難スペース及び福祉避難室等の隔離小部屋を迅速に確保できない

(3) 避難所内に常時医療スタッフ居合わせていない状況で、一次トリアージの際に一般人だけでトリアージ区分を決定することが困難である

(4) 色区分による精神的ストレス及び、逆プライバシーの侵害の恐れがある

従って、本稿ではこれらの課題を解決する要配慮者向け電子トリアージを提案する。また、我々が過去に研究を進めてきた避難所管理システム(Refuge Management System : 以下 RMS と呼ぶ)において実装されている、ICTを用いて被災者情報を収集して避難者名簿等を迅速に作成する機能[7]を用いて、リアルタイムに避難者の健康状態を監視し機械的に色区分判定して管理を行う方法についても本稿で提案する。

3. 要配慮者向け電子トリアージの設計

次のような設計コンセプトで要配慮者向け電子トリアージのシステム設計をした。

(1) 避難所管理システムの運用・管理者

本電子トリアージシステムではメイン管理システムとして、我々が開発してきた避難所管理システムを使用する。このシステムでは避難所市民に公開しない避難所情報を扱うため、使用者(あるいは管理者)は公務員及び準公務員(団体職員)などとする。

(2) 対象者

高齢者、障がい者、慢性疾患を有する人、妊産婦、乳幼児その他特に配慮を要する人、即ち「要配慮者」

(平成 25 年 6 月の災害対策基本法)とする。

- (3) システムの管理規模
本システムは約 400 人程度の管理を想定している。
- (4) 避難者データの収集内容
氏名、住所、性別、年齢、国籍、緊急連絡先、被害状況、備蓄状況、要介護項目(妊娠、持病、アレルギー等)など実際に東日本大震災の避難所で使用されたアンケートに基づいた情報に加え、後述する問診票も入力できるようにする。この問診票に基づいた内容と理療などで要配慮者トリアージの判断基準を行う。
- (5) RMS の稼働電源
RMS 稼働電源は、ソーラパネルにより太陽光で充電した鉛バッテリーを利用するシステムとする。
- (6) RMS へのデータ入力端末
避難所情報登録アプリケーションはクライアント環境に依存せず、アプリケーションソフト及び避難者情報を一元的に管理できるサーバーサイドアプリケーションを採用する。サーバとクライアント間の通信は普及率の高い無線通信 Wi-Fi 規格を使用する。これにより、PC、スマホ、タブレットなど Web ブラウザがインストールされた Wi-Fi 通信搭載の各種情報端末なら避難者情報を入力できるようにする。
- (7) RMS での避難者の識別方法
避難所内での避難者の特定を行うため、LED ブレスレットに UID を搭載させ、その ID で避難者(一般及び要配慮者も含め)の識別を行う。
- (8) 避難所の設置及び運用について
本提案の電子トリアージを搭載した RMS の設置イメージは避難所の受付に設置することを想定した。ただし、避難者情報入力時期は、避難者の心身のケアを考え、災害直後の初期の避難所入室受付時に行わず、避難所内に人々を収容し落ち着かせて様子を見てから行うものとした。何故なら、災害直後は避難所管理者を含む避難者の心身は多少混乱気味であるため、ある程度落ち着いてから避難所管理者の判断で、避難者情報の入力時期を決め、避難者が所有する情報端末等を使い、任意のタイミングでデータ入力してもらうことを想定した。

Table 2 提案するトリアージの色区分と搬送先

区分番号	区分色	区分・搬送先
1	橙色	待機場所(保健室、感染症室など) → 病院へ
2	桃色	待機場所 → 福祉避難所・福祉避難室(思いやりルーム)へ
3	紫色	小部屋(隔離できる部屋)
4	青色	大部屋(体育館など)

- (9) 電子トリアージ用フルカラーLED 発光ブレスレット
小原氏の判断基準案[6]及び避難所ガイドライン[11]を参考に区分ごとに要配慮者向け電子トリアージの色を決定し、フルカラーLED を用いて 4 色を発光できるフルカラーLED 発光ブレスレットを開発した。Table 2 は区分による LED の区分(点灯)色と搬送先を示した表である。各区分色はトリアージ区分 1 の色を橙色、トリアージ区分 2 の色を桃色、トリアージ区分 3 の色を紫色、トリアージ区分 4 の色を青色となっている。この 4 色を使用することで、START 法トリアージに用いられる黒色・赤色・黄色・緑色の 4 色とは重ならない。そのため、医療用トリアージと要配慮者用トリアージの同時使用も可能であり、お互いの色による混同を防ぐことができる。これを避難者全員に配布する。

4. 要配慮者向け電子トリアージの概要

4.1 要配慮者向け電子トリアージの概要

要配慮者向け電子トリアージを用いた避難所管理システムの概要を Fig. 1 に示す。要配慮者を含む避難者が避難所に入所する際、避難者スタッフからフルカラー発光ブレスレットを全員に配布し、避難所管理者及びスタッフにより外観により要配慮者の一次トリアージを行う。小原氏の論文[6]では、トリアージ後要配慮者を適切な避難場所へ誘導する旨を述べているが、避難所によっては十分な避難スペースを確保できず避難者を部屋ごとに区分けできないところも想定される。そこで本システムではフルカラー発光ブレスレットを使用することで、限られたスペースでも要配慮者を識別できるようにした。

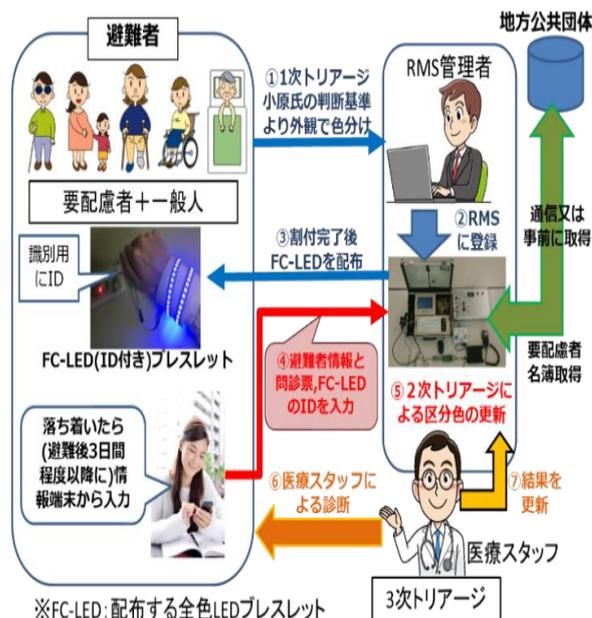


Fig. 1 本提案の要配慮者向け電子トリアージの概要

4.2 要配慮者へのトリアージ手法

小原氏のトリアージ [6]は避難所入所直後に避難所管理者による一次トリアージを行うことを想定しているため、要配慮者が避難所へ入所する直後に医療スタッフが居合わせておらず、正確な判断が出来ない可能性がある。

そこで、我々の提案システムでは RMS による電子式問診表(e-問診票)を用いてトリアージの判断を行えようにした。また、トリアージ後の色表示は避難所において避難者に配布するフルカラーLED 発光ブレスレットでの発光色で識別できるようにした。これを本稿では要配慮者向け電子トリアージと呼ぶ。

本トリアージ手法の手順について Fig. 2 に示す。まず避難所入所直後、要配慮者を含む避難者全員に対し、怪我の程度や介助者の有無などを判断し、移動の優先順序を決定する。その後、電子トリアージ用フルカラーLED 発光ブレスレットを配布し、これを一次トリアージとして要配慮者のトリアージ区分を決定する。このとき、一般人を含むすべての避難者の容態が逐一変化すること及び、要配慮者のプライバシーを考慮し、未配布の避難者全員にも電子トリアージ用フルカラーLED 発光ブレスレットを配布する。

避難所の立上げから数時間～数日経ち、避難所内に人々を収容し落ち着かせてから様子を見て、任意のタイミングに二次トリアージを行う。二次トリアージでは RMS の避難所情報登録アプリケーションを使用した e-問診表を用いて、怪我の具合や心身の状態を携帯電話等の情報端末に搭載したブラウザから避難者自身が RMS へ直接入力するものとする。避難所入所直後に e-問診表を入力させない理由としては、災害直後に避難所管理者を含めた避難者全員の心身は多少混乱気味になる可能性が高いため、避難所内に人々を収容し落ち着かせる必要がある。

Fig. 3 に本提案トリアージを用いた避難所管理システムの概要を示す。二次トリアージの際、避難者には氏名・住所・被災状況等の避難者情報を RMS へ一緒に登録してもらうものとする。これを行うことで、避難所管理者側が一元的に要配慮者を含む避難者全員の被災情報及び健康情報を名簿管理できるようになる。RMS で収集した避難者情報をもとに、自動的に避難者名簿を作成する機能が RMS に搭載されている [7]。Fig. 4 に RMS における避難者名簿の確認画面を示す。今回新たに避難者名簿リストに要配慮者を含む避難者のトリアージ区分番号の項目を追加し、要配慮者を含む避難者のトリアージを管理できようとした。必要なときにこの区分番号をもとにフルカラーLED 発光ブレスレットへコマンドを送信して、トリアージ区分に応じた色をリモートで発光させるデザインとした。

その後、二次トリアージで得られた情報と巡回医や看護職員による診察から総合的に判断し、三次トリアージとして、区分の変更を可能にした。長期的な避難所生活中で一般人を含むすべての避難者の容態及び色区分も逐一変化す

ることから、e-問診表は常に避難者自身が変更・追記とし、要配慮者の容態の具合や巡回医の判断からトリアージの色を状況に応じて瞬時に変更する。

Fig. 5 に本提案手法トリアージのタイムラインを表す。本手法でも小原氏が提案するトリアージと同じように区分1(橙色)の人は病院へ、区分2(桃色)の人は福祉避難所へ搬送することを想定しており、搬送先の準備が整うまでは指定避難所内の各待機場所で待ってもらう。

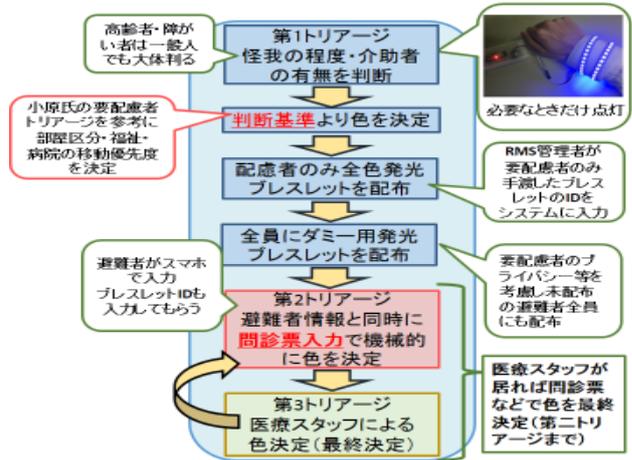


Fig. 2 本提案のトリアージ手法

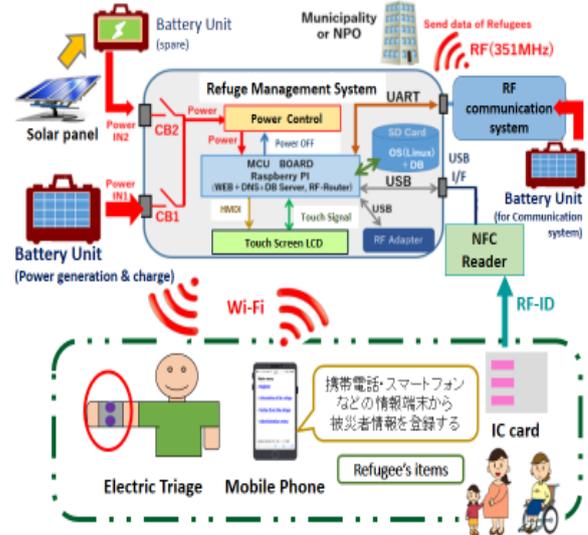


Fig. 3 本提案の電子トリアージシステムを実装した避難所管理システムの概要

入出	名前	フリガナ	性別	生年月日	血液型	都道府県	市区町村	電話番号	トリアージ区分	備考
▶	赤坂エディー	アカサカエディー	M	1990.04.01		神奈川県	厚木市	(blank)	4	
▶	月夜幸	イサキユキ	F	1980.07.10	B	東京都	町田市	(blank)	3	妊娠中
▶	灰野厚子	オギノアツコ	F	1970.02.28	AB	神奈川県	厚木市	(blank)	4	
▶	神奈川家康	カナガワイエノウ	M	1950.10.25	O	神奈川県	横浜市西区	(blank)	3	車椅子使用
▶	神奈川電電	カナガワデンカ	F	1955.01.31	A	神奈川県	横浜市西区	(blank)	4	

Fig. 4 RMS の避難者名簿確認画面

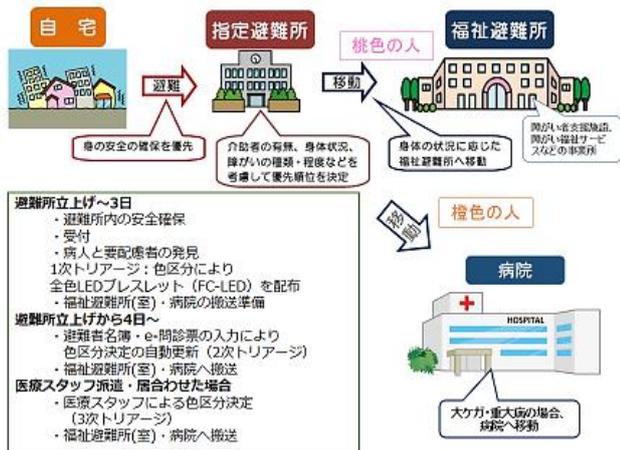


Fig. 5 本提案手法トリアージのタイムライン

5. 要配慮者向け電子トリアージの試作開発

5.1 プロトタイプの開発概要

Fig. 6 に本稿が提案する要配慮者のための電子トリアージに対応したフルカラーLED 発光ブレスレットの試作を行った。本ブレスレットの試作では、MCU (Micro Control Unit) に、市販のマイコンボード ESP-WROOM-02-DEV (ESP8266EX 搭載、以下 ESP モジュールと呼ぶ) を使用した。このマイコンボードには Arduino ライクで開発できるマイコンと Wi-Fi 無線通信モジュールが内蔵されている。マイコンの電源電圧が DC3.3V であるのに対して、フルカラーLED テープの電源電圧は DC5V であるため、バッファIC (オープンドレイン出力) である 74HC07 を使って DC5V から DC3.3V の電圧レベル変換を行った。発光 LED はテープ状のものを使用することで複雑な形状のものにも装着できるため今回選定した。

また、ホスト PC 側のアプリケーションソフトウェアでは、UDP/IP 通信でホスト PC と電子トリアージが通信できるようにした。UDP 通信を利用した、電子トリアージのプロトタイプにおけるプログラミングのフローチャートを Fig. 7 に示す。使用するテープ LED の設定を行った後に UDP 通信を開始し、エディタ画面に各区分に対応した数字または文字の入力を行うことで Case 文によって LED の点灯色を決めるプログラムとなっている。

5.2 フルカラーLED 発光ブレスレットのプロトタイプの動作検証

今回は、ホスト PC とフルカラーLED 発光ブレスレットとの間で UDP/IP 通信を介してコマンドを送信したときに対応したコマンドごとにフルカラーLED 発光ブレスレットの色が変更できるか動作確認を行った。

ホスト PC にはターミナルのフリーソフトである Socket Debugger を使って、UDP/IP でホストとフルカラーLED 発光ブレスレットとのデータのやり取りができるか動作確認した (Fig.8)。

まず動作確認の手順は Socket Debugger に送信先のアドレスを設定してから UDP/IP 通信を開始する。その後、エディタ機能から Table 2 に示した各区分に対応した数字またはアルファベット(区分1は“O”, 区分2は“P”, 区分3は“A”, 区分4は“B”: 各区分とも大文字と小文字どちらでも対応)を入力し、送信コマンドをクリックすることで、プロトタイプ of テープ LED が点灯した。この動作をすべての区分・文字パターンで実行したところ、Table 2 に示したすべての色パターンに LED が点灯したことを確認できた。

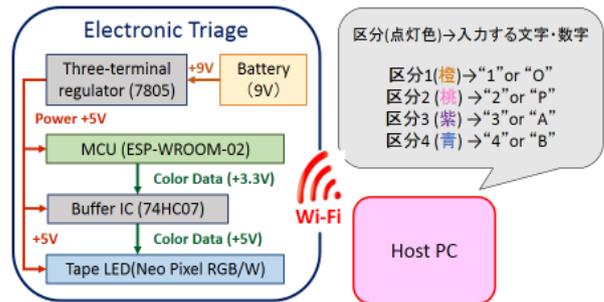


Fig. 6 電子トリアージのプロトタイプ概要

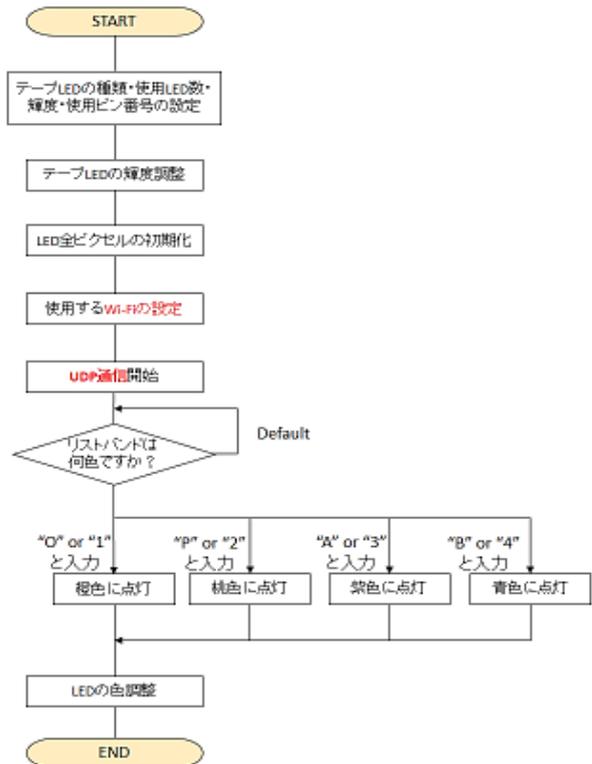


Fig. 7 ソフトウェアのフローチャート

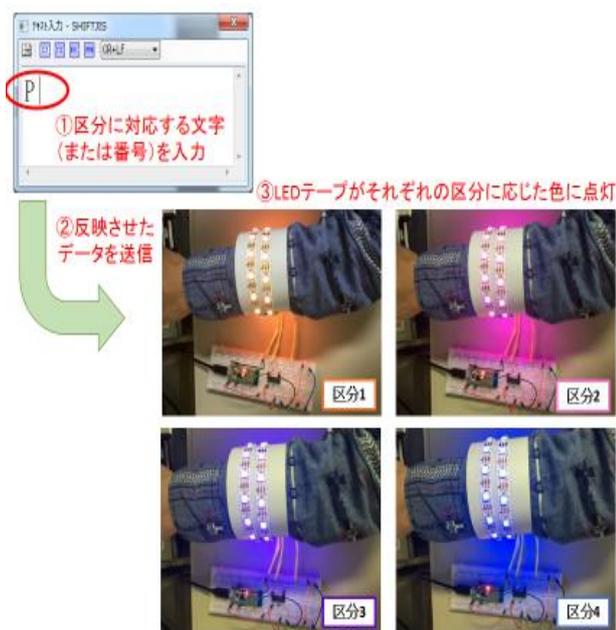


Fig. 8 プロトタイプのテープ LED 点灯の動作確認

6. まとめ

本稿では小原氏の提案する二段式のトリアージのチェック機構をもった要配慮者向けトリアージをもとに、ICTを用いることで医療スタッフでない一般人でも要配慮者の対応・看護が瞬時に行え、要配慮者がより生活しやすい避難所環境の管理を行える電子トリアージシステムの検討を行った。一次トリアージは避難者スタッフによる外観によるものだが、二次トリアージの基準の判断材料は、RMSへ避難者情報と一緒に登録したe-問診票のデータを用いることで医療スタッフの不在可否でも二次トリアージを瞬時に行い、避難所管理者側が一元的に管理できるシステムとした。また今回LEDの発光色で表示するフルカラーLED発光用プレスレットのプロトタイプを開発した。このフルカラーLED発光プレスレットは医療スタッフが対応できる必要なときだけ発光させることで、要配慮者のプライバシーの保護も考えたデザインとした。

また、電子トリアージのプロトタイプシステムをWi-Fiを用いたUDP通信で動作できるように改良し、動的IPアドレス上ではあるがシリアル通信を用いたときと同じ動作をしたことを確認した。

今後は、我々が開発した避難所管理システム内で生成する避難者名簿と関連付けて運用できるようシステム開発を行う予定である。また、フルカラーLED発光プレスレットの形状によって、遠くから色の識別のしやすさ等を詳細に実証評価及び改良を進めていき、最終的には実際の避難訓練などで本システムの実証評価を行っていく予定である。

参考文献

- [1] 災害対策基本法第8条第2項第15号, 入手先<http://elaws.e-gov.go.jp/search/elawsSearch/elaws_search/lsg0500/detail?lawId=336AC000000223&openerCode=1#57>, (参照 2018-5-2)
- [2] 全国社会福祉協議会 障害関係団体連絡協議会 災害時の障害者避難等に関する研究委員会: “災害時の障害者避難等に関する研究報告書(H26.4)”, 入手先<http://www.shakyo.or.jp/research/2014_pdf/20140530_jisedai.pdf>, (参照 2018-5-2).
- [3] 内閣府(防災担当): “災害時要援護者の避難支援に関する調査結果報告書” H21.3, 入手先<<http://www.bousai.go.jp/taisaku/hisaisayagousei/youengosya/h20/pdf/H20youengosya.pdf>> (参照 2018-01-17).
- [4] 愛知県, “市町村のための災害時要配慮者支援体制構築マニュアル”, <https://www.pref.aichi.jp/chiikifukushi/manual.pdf> (入手 2018年5月)
- [5] 会計監査院, “平成28年度決算報告の特色, 防災拠点施設に整備する太陽光発電設備等の設計等について”, 入手先<http://www.jbaudit.go.jp/report/new/characteristic28/fy28_kanshin_ch03_p4.html>(2016). <入手日 2018年5月>
- [6] 小原真理子, 斉藤正子, 久保祐子, 河原加代子, 石田千絵, 菅野太郎: “災害発生時, 避難所における住民による要援護者の部屋割りトリアージの取り組み”, 日本災害復興学会誌, 復興 通巻 第10号 Vol.6-No.1, pp. 19-24, Jun. 2014.
- [7] 赤坂 幸亮, 大曾根 諒, 天城 康晴, 山口 高男, 安部 恵一: “大規模災害における ICT 避難所管理システムの開発および評価”, 情報処理学会論文誌コンシューマ・デバイス&システム (CDS), Vol.7-No.3, pp.15-25, Sep. 2017
- [8] 水本 旭洋, 孫 為華, 安本 慶一, 伊藤 実: “多数傷病者事故での救命率向上のための電子トリアージタグの利用を前提とした搬送計画システム”, 情報処理学会論文誌, Vol.53-No.7, pp.1745-1756, Jul. 2012.池端優二, 塚田晃司: “案否報告が困難な状況を支援するライフログ活用安否確認システム”, 情処研報, vol.2014-CDS-9, No.24, pp.1-8, Jan.2015.
- [9] 小嶋 洋明, 高橋 祐樹, 岡田 謙一, “START法を用いたトリアージ作業支援のための情報提示システムの提案” 情報処理学会論文誌, Vol.53-No.1, pp.450-456, Jan. 2012.
- [10] 木山 昇, 楠田 純子, 藤井 彩恵, 内山 彰, 廣森聡仁, 梅津高朗, 中村 嘉隆, 大出靖将, 田中 裕, 山口 弘純, 東野 輝夫: “災害時救急救命支援に向けた電子トリアージシステムの設計開発”, 情報処理学会論文誌, Vol.51-No.9, pp.1916-1926, Sep. 2010.
- [11] 内閣府(防災担当): “福祉避難所の確保・運営ガイドライン”, H28.4 入手先<http://www.bousai.go.jp/taisaku/hinanjo/pdf/1604hinanjo_hukushi_guideline.pdf>